

**TUGAS AKHIR - RG 141536**

**ANALISIS PERGERAKAN TINGGI MUKA TANAH  
PADA KAWASAN PATAHAN WATUKOSEK  
MENGUNAKAN METODE PENGUKURAN SIPAT  
DATAR**

**MASRUL**  
**NRP 3510 100 701**

**Dosen Pembimbing**  
**Ira Mutiara Anjasmara, ST., M.Phil, Ph.D**

**JURUSAN TEKNIK GEOMATIKA**  
**Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan**  
**Institut Teknologi Sepuluh Nopember**  
**Surabaya 2015**





**FINAL ASSIGNMENT - RG 141536**

# **GROUND SURFACE LEVEL MOVEMENT ANALYSIS AT WATUKOSEK FAULT AREA USING LEVELING METHOD**

**MASRUL**  
**NRP 3510 100 701**

**Supervisor**  
**Ira Mutiara A, ST., M.Phil., Ph.D**

**GEOMATIC ENGINEERING DEPARTEMENT**  
**Faculty of Civil Engineering and Planning**  
**Sepuluh Nopember Institute of Technology**  
**Surabaya 2015**



# **ANALISIS PERGERAKAN TINGGI MUKA TANAH PADA KAWASAN PATAHAN WATUKOSEK MENGGUNAKAN METODE PENGUKURAN SIPAT DATAR**

## **TUGAS AKHIR**

**Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
pada**

**Jurusan S-1 Teknik Geomatika  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

**Oleh :**

**MASRUL**

**NRP. 3510 100 701**

**Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir**

**Ira Mutiara A. ST., M.Phil, Ph.D**

**NIP. 1978 1231 2002 12 2001**



**SURABAYA, JANUARI 2015**

***“ Halaman ini sengaja dikosongkan ”***

# **ANALISIS PERGERAKAN TINGGI MUKA TANAH PADA KAWASAN PATAHAN WATUKOSEK MENGUNAKAN METODE PENGUKURAN SIPAT DATAR**

**Nama Mahasiswa : Masrul**  
**NRP : 3510 100 701**  
**Jurusan : Teknik Geomatika FTSP-ITS**  
**Dosen Pembimbing : Ira Mutiara A, ST., M.Phil., Ph.D**

## **Abstrak**

Indonesia yang terletak pada zona *Ring of Fire* merupakan daerah / kawasan yang rentan terhadap bencana gempa bumi dan gunung api. Salah satu akibat dari bencana tersebut adalah terbentuknya patahan – patahan baru di dalam pulau yang ada. Begitu juga halnya di Jawa Timur, tepatnya di Kabupaten Pasuruan hingga ke Kabupaten Sidoarjo terdapat sebuah patahan yang disebut Watukosek. Keberadaan patahan ini diyakini banyak memberi pengaruh atas segala fenomena alam yang terjadi di sekitarnya, termasuk pergerakan tinggi muka tanah.

Metode pengukuran sipat datar merupakan metode yang digunakan untuk mengamati berapa besar pergerakan tinggi muka tanah yang terjadi di kawasan yang dilewati oleh patahan Watukosek. Metode ini menggunakan instrumen/alat ukur berupa Waterpass sebagai media pengambil data di lapangan.

Dari hasil pengukuran dan pengolahan data yang dilakukan, didapat bahwa terjadi perubahan tinggi muka tanah pada kawasan yang dilewati oleh patahan Watukosek. Pemantauan yang dilakukan selama 2 bulan menunjukkan terjadinya perubahan tinggi muka tanah yang bervariasi pada setiap titiknya. Perubahan tinggi muka tanah paling besar terjadi pada BM PLNG pada perbandingan 1&2 dengan perubahan

sebesar -0,305 m (terjadi *land subsidence*) dan perubahan yang paling kecil terjadi pada BM TTG-1305 pada perbandingan 1&3 dan 2&3, dimana pada perbandingan 1&3 mengalami perubahan sebesar -0,011 m (*land subsidence*) dan pada perbandingan 2&3 sebesar 0,011 m (*uplift*). Penyebab perubahan tinggi muka tanah selama pengukuran belum dapat dipastikan dikarenakan data yang digunakan hanya data pengukuran sipat datar saja, dibutuhkan data pendukung lain seperti data volume lumpur Lumpur Sidoarjo selama pengamatan, data kepadatan jalan raya, data perubahan struktur geologi, dan data pengambilan air tanah.

**Kata kunci : *Ring of Fire*, Patahan Watukosek, Tinggi Muka Tanah.**



# **GROUND SURFACE LEVEL MOVEMENT ANALYSIS AT WATUKOSEK FAULT AREA USING LEVELING METHOD**

**Name** : Masrul  
**NRP** : 3510 100 701  
**Departement** : Geomatic Engineering FTSP-ITS  
**Supervisor** : Ira Mutiara A, ST., M.Phil., Ph.D

## **Abstract**

*Indonesia which is situated in the zone of Ring of Fire which makes it vulnerable to earthquakes and volcanic disaster. One of its consequences is the creation of faults. Watukosek is a fault that is believed to be caused by the above phenomenon. The location is in East Java, precisely in Pasuruan - Sidoarjo. The existence of this fault is believed to have a lot of influence over all the natural phenomenon that occur in the surrounding areas, including the movement of the ground surface level. Levelling is a method that is used to observe the movement of the ground surface level that is occurred in the area of Watukosek fault. This method uses Waterpass to collect data.*

*From the measurement and data processing result, it is concluded that the ground surface level has change in the Watukosek fault area. Two month of observation showed various value of changes at each point (Benchmark). The most significant changes at PLNG Benchmark from 1&2 period camparison with the value of -0.305 m (land subsidence), the smallest ground level changes at TTG-1305 Benchmark on 1&3 and 2&3 period*

*comparison measurement. On 1&3 period comparison it has a value of -0.011 m (land subsidence) and the second one has a value of 0,011 m (uplift). The Causes of ground surface level changes during measurement could not be predicted for sure, because the data that used only leveling measurement data. Supporting data required such as volume of Sidoarjo Mud, highway traffic data, movement of geology structure data, and ground water extraction data.*

***Keywords: Ring of Fire, Watukosek Fault, Ground Surface Level***

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kami panjatkan atas segala Karunia dan limpahan Rahmat Allah SWT sehingga kami dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul :

### **“ANALISIS PERGERAKAN TINGGI MUKA TANAH PADA KAWASAN PATAHAN WATUKOSEK MENGGUNAKAN METODE PENGUKURAN SIPAT DATAR “**

Dengan segala kerendahan hati kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang turut membantu sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan, pihak – pihak tersebut adalah :

1. Ayah dan Ibu serta adik tercinta, atas semua doa, dukungan, semangat dan pengorbanannya selama ini.
2. Dr. Ir. M. Taufik selaku Ketua Program Studi Teknik Geomatika FTSP-ITS atas bimbingannya selama ini.
3. Ira Mutiara Anjasmara ST., M.Phil., Ph.D. selaku dosen pembimbing yang telah sangat banyak membantu dalam pengerjaan tugas akhir ini.
4. Akbar Kurniawan ST., MT. selaku pemberi ide dan masukan-masukan yang banyak membantu dalam pengerjaan tugas akhir ini.
5. Bapak dan Ibu Dosen Teknik Geomatika atas bimbingan dan curahan ilmunya serta Bapak dan Ibu Tata Usaha yang juga telah membantu kelancaran proses akademis selama ini.
6. Pihak Badan Penanggulangan Lumpur Sidoarjo (BPLS) yang telah memberikan izin untuk melakukan kegiatan pengambilan data dan juga memberikan masukan-masukan yang sangat membantu dalam proses pengambilan data di lapangan.

7. Kepada saudara Imam Satria Yudha yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikirannya dalam proses pengambilan data di lapangan.
8. Kepada Atika Sari ST yang telah sangat banyak membantu dalam proses pengolahan data.
9. Keluarga Teknik Geomatika Angkatan 2010 (G12) dan 2012 (G14) yang telah banyak membantu dalam proses pengambilan data di lapangan, kalian semua adalah yang terbaik.
10. Rina Trisfuani B yang telah banyak memberikan dukungan dalam pengerjaan tugas akhir ini.
11. Semua pihak yang telah membantu yang tidak bisa disebutkan disini.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini jauh dari kesempurnaan, maka dari itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun bagi kesempurnaan tugas akhir ini dan perbaikan pada tulisan – tulisan mendatang. Harapan penulis agar tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca, sekian dan terimakasih.

Surabaya, Januari 2015

Penulis

## DAFTAR ISI

Abstrak .....	i
<i>Abstract</i> .....	iii
Lembar Pengesahan.....	v
Kata Pengantar .....	vii
Daftar Isi .....	ix
Daftar Gambar .....	xi
Daftar Tabel.....	xiii

### BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan.....	3
1.5 Manfaat.....	3

### BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sistem Tinggi.....	5
2.1.1 Tinggi Elipsoid .....	5
2.1.2 Tinggi Dinamis .....	6
2.1.3 Tinggi Orthometris .....	7
2.1.4 Tinggi Normal .....	8
2.2 Datum Vertikal .....	9
2.3 Patahan .....	10
2.3.1 Klasifikasi Patahan / Sesar.....	11
2.3.2 Patahan Watukosek.....	15
2.4 Kerangka Kontrol Vertikal .....	17
2.4.1 Pengukuran Tinggi.....	18
2.4.2 Prinsip Pengukuran Beda Tinggi Sipat Datar .....	19
2.4.3 Cara Penentuan Beda Tinggi Sipat Datar .....	20

2.4.4	Sipat Datar Memanjang .....	21
2.4.5	Sipat Datar Profil Memanjang .....	23
2.5	Sipat Datar .....	24
2.5.1	Persyaratan Sipat Datar .....	24
2.5.2	Perataan Beda Tinggi Sipat Datar .....	25
2.5.3	Perataan Metode Parameter .....	27
2.5.4	Uji Statistik <i>t-Student</i> .....	29
2.6	Penurunan Muka Tanah ( <i>Land Subsidence</i> ) .....	30
2.7	Kenaikan Muka Tanah ( <i>Land Uplift</i> ) .....	32
2.8	Penelitian Terdahulu .....	33

### BAB III METODOLOGI

3.1	Lokasi Penelitian .....	35
3.2	Data dan Peralatan .....	37
3.2.1	Data .....	37
3.2.2	Peralatan .....	37
3.3	Tahapan Penelitian .....	37
3.3.1	Tahap Identifikasi Awal .....	38
3.3.2	Tahap Pengumpulan Data .....	38
3.3.3	Tahap Pengolahan Data .....	38
3.3.4	Tahap Akhir .....	41

### BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1	Hasil .....	43
4.1.1	Pengukuran Waterpass .....	43
4.1.2	Perataan Parameter .....	44
4.2	Analisa .....	46
4.2.1	Analisa Toleransi Pengukuran .....	46
4.2.2	Analisa Standar Deviasi Pengukuran .....	47
4.2.3	Analisa Perubahan Tinggi .....	49
4.2.4	Penyebab Perubahan Muka Tanah .....	53

## BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1	Kesimpulan.....	55
5.3	Saran.....	55
	Daftar Pustaka .....	57

***“Halaman ini sengaja dikosongkan”***



## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Tabel Koordinat Titik Titik Pengukuran GPS	
Tahun 2011 .....	36
Tabel 4.1 Koordinat BM yang Digunakan Dalam	
Pengukuran .....	43
Tabel 4.2 Data Beda Tinggi Awal yang Didapatkan Pada	
Pengukuran Kala 1 .....	44
Tabel 4.3 Elevasi Sebelum Diratakan dengan Parameter .....	44
Tabel 4.4 Standar Deviasi dari Ketiga Kala Pengukuran .....	46
Tabel 4.5 Elevasi Akhir Setelah Dilakukan Perataan	
Parameter .....	47
Tabel 4.6 Hasil Uji <i>t-Student</i> Antara Pengukuran Kala 1&2 ..	48
Tabel 4.7 Hasil Uji <i>t-Student</i> Antara Pengukuran Kala 2&3 ..	48
Tabel 4.8 Hasil Uji <i>t-Student</i> Antara Pengukuran Kala 1&3 ..	49
Tabel 4.9 Perubahan Ketinggian BM Selama 2 Bulan	
Pengamatan .....	50
Tabel 4.10 Data GPS Ketinggian BM Maret – Mei 2014	
(Pribadi, 2014) .....	51
Tabel 4.11 Data GPS Ketinggian BM Maret – Mei 2014	
(Rochman, 2014) .....	51
Tabel 4.12 Data Waterpass Ketinggian BM Mei – Juni 2014.	52

***“Halaman ini sengaja dikosongkan”***

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tinggi Ellipsoid .....	6
Gambar 2.2 Ilustrasi Tinggi Orthometrik .....	7
Gambar 2.3 Tinggi Normal .....	8
Gambar 2.4 Sesar / Patahan Normal .....	11
Gambar 2.5 Patahan Horst dan Gaben .....	12
Gambar 2.6 Patahan <i>Half-Graben</i> .....	13
Gambar 2.7 <i>Reverse Fault</i> .....	13
Gambar 2.8 <i>Thrust Fault</i> .....	14
Gambar 2.9 <i>Strike Slip Faults</i> .....	14
Gambar 2.10 <i>Transform Fault</i> .....	15
Gambar 2.11 Lokasi Patahan Watukosek .....	17
Gambar 2.12 Tinggi Titik di Atas Permukaan Tanah .....	18
Gambar 2.13 Prinsip Pengukuran Beda Tinggi .....	20
Gambar 2.14 Cara Pengukuran Beda Tinggi .....	20
Gambar 2.15 Pengukuran Sipat Datar Memanjang .....	22
Gambar 2.16 Profil Memanjang Tampak Atas .....	24
Gambar 3.1 Lokasi Penelitian .....	35
Gambar 3.2 Sebaran Titik dan Jalur Pengukuran yang Digunakan .....	36
Gambar 3.3 Diagram Alir Pengolahan Data .....	39

***“Halaman ini sengaja dikosongkan”***

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1. Latar Belakang**

Indonesia yang terletak pada zona *Ring of Fire* merupakan daerah / kawasan yang rentan terhadap bencana gempa bumi dan gunung api. Salah satu akibat dari bencana tersebut adalah terbentuknya patahan – patahan baru di dalam pulau yang ada.

Patahan Watukosek merupakan patahan yang sampai saat ini masih menjadi kontroversi dalam hal pengaktifan kembalinya (*reactivation*). Mazzini (2007; 2008) menyebutkan bahwa pengaktifan kembali patahan Watukosek disebabkan oleh gempa bumi yang melanda Yogyakarta pada tahun 2008. Akan tetapi, Abidin dkk (2008) menyanggah pendapat tersebut dan menyimpulkan bahwa rekaman berkelanjutan dari GPS menunjukkan pengaktifan kembali Patahan Watukosek terjadi sekitar 3-4 bulan setelah semburan Lumpur Sidoarjo pertama terdeteksi (29 Mei 2008) (Putrohari, 2008).

Dampak dari patahan Watukosek salah satunya adalah berubahnya tinggi muka tanah di sekitar wilayah yang dilaluinya. Hal ini dikarenakan pergerakan dari patahan tersebut yang disebabkan oleh beberapa hal seperti pengambilan air tanah yang berlebihan, beban bangunan (*settlement*), konsolidasi alamiah dari lapisan – lapisan tanah, serta gaya – gaya tektonik. Dari beberapa faktor tersebut, faktor pengambilan air tanah yang berlebihan merupakan faktor yang paling dominan untuk penurunan muka tanah di kota – kota besar (Bimantara, 2012).

Titik pasti dari letak patahan Watukosek dimulai dari bukit Watukosek ke arah timur memotong sungai Porong. Bukti dari keberadaan patahan Watukosek dikuatkan oleh

salah satu bagian bukit yang terpotong memanjang terus ke timur. Patahan kurang terdeteksi dikarenakan tertutup tanah dan vegetasi lain. Patahan terlihat kembali dekat Perumahan Tanggulangin Anggun Sejahtera (TAS), Porong. Patahan Watukosek mempunyai panjang lebih dari 15 km dan berpotensi aktif dan menimbulkan gempa (Santoso, 2014).

Ada beberapa cara atau metode yang bisa dilakukan untuk mencari perubahan tinggi muka tanah yang terjadi, diantaranya yaitu dengan pengukuran GPS dan pengukuran sipat datar. Dalam penelitian ini, pengukuran secara sipat datar merupakan metode yang akan digunakan untuk mencari perubahan tinggi muka tanah yang terjadi di daerah / kawasan patahan Watukosek. Metode secara sipat datar dipilih dikarenakan mempunyai ketelitian yang lebih baik dibandingkan dengan metode gps. Tetapi harus diperhatikan juga alat dan metode pengambilan data di lapangan yang digunakan. Dalam penelitian ini, penulis menggunakan alat waterpass jenis Wild NAK 2 dengan kemampuan pembacaan rambu sampai 1 mm untuk pengambilan data di lapangan. Untuk metode pengambilan data di lapangan digunakan metode *double stand*, dimana antara *stand* 1 dan *stand* 2 digunakan ketinggian dan posisi alat yang berbeda.

## **1.2. Perumusan Masalah**

Perumusan masalah yang diangkat dalam penelitian ini adalah :

- a. Apakah terjadi perubahan tinggi muka tanah pada kawasan patahan Watukosek atau tidak.
- b. Seberapa besar perubahan tinggi muka tanah di wilayah studi dalam rentang waktu 2 bulan (Mei – Juni 2014).

### **1.3. Batasan Masalah**

Batasan masalah dari penulisan tugas akhir ini adalah :

- a. Mengukur perubahan tinggi muka tanah pada kawasan patahan Watukosek.
- b. Pengukuran dilakukan sebanyak 3 kali dengan rentang waktu tiap pengukuran 20 hari selama 2 bulan (Mei – Juni 2014).

### **1.4. Tujuan**

Tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah :

- a. Untuk mengetahui apakah terjadi perubahan tinggi muka tanah pada kawasan patahan Watukosek atau tidak.
- b. Untuk mengetahui seberapa besar perubahan tinggi muka tanah pada kawasan patahan Watukosek selama 2 bulan (Mei – Juni 2014).
- c. Menganalisa perubahan tinggi muka tanah apabila terjadi perubahan.

### **1.5. Manfaat**

Manfaat yang ingin diperoleh dari penyusunan tugas akhir ini adalah didapatkannya kesimpulan apakah terjadi perubahan tinggi muka tanah atau tidak berdasarkan pengukuran dengan metode sipat datar pada kawasan patahan Watukosek, dan besar angka perubahannya jika memang terjadi perubahan tinggi muka tanah, sehingga nantinya hasil pengukuran ini dapat digunakan untuk keperluan pemantauan kawasan patahan Watukosek selanjutnya.

***“Halaman ini sengaja dikosongkan”***



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Sistem Tinggi**

Tinggi adalah jarak vertikal atau jarak tegak lurus dari suatu bidang referensi tertentu terhadap suatu titik sepanjang garis vertikal. Untuk suatu wilayah biasa MLR ditentukan sebagai bidang referensi dan perluasan kedaratan akan disebut dengan datum atau geoid (Anjasmara, 2005).

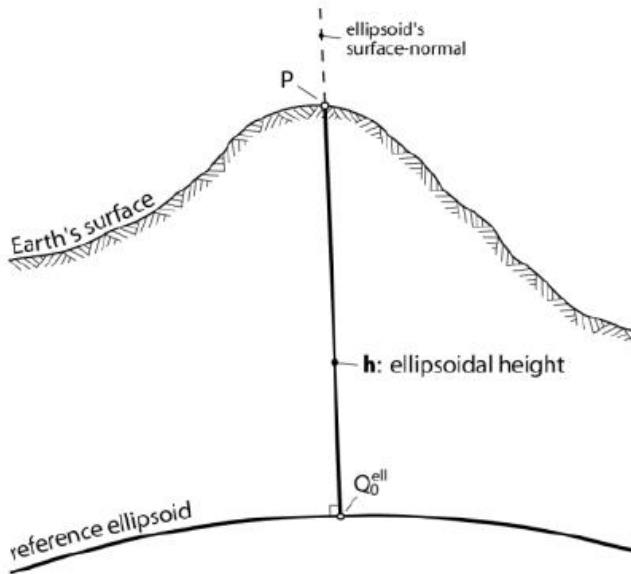
Informasi tinggi yang ada di permukaan bumi dapat didefinisikan menjadi tiga jenis utama tinggi, yaitu :

- a) Tinggi Ellipsoid
- b) Tinggi Dinamis
- c) Tinggi Orthometris
- d) Tinggi Normal

##### **2.1.1 Tinggi Ellipsoid**

Tinggi ellipsoid adalah tinggi yang diperoleh dengan sedikit hubungan dengan gravitasi bumi. Sistem tinggi ini digunakan oleh sistem pengamatan yang dilakukan menggunakan GPS. Tinggi ellipsoid adalah jarak garis lurus yang diambil sepanjang bidang ellipsoid normal dari permukaan geometris yang diambil dari referensi ellipsoid ke titik tertentu ( W. E. Featherstone, 2006 ).

Ketinggian titik yang diberikan oleh GPS adalah ketinggian titik di atas permukaan ellipsoid, yaitu ellipsoid WGS ( *World Geodetic System* ) 1984 ( Abidin, 2002). Tinggi ellipsoid (  $h$  ) tersebut tidak sama dengan tinggi orthometrik (  $H$  ) yang umum digunakan untuk keperluan praktis sehari-hari yang biasa diperoleh dari pengukuran sipat datar (levelling). Tinggi ellipsoid suatu titik adalah tinggi titik tersebut di atas ellipsoid dihitung sepanjang garis normal ellipsoid yang melalui titik tersebut.



Gambar 2.1 Tinggi ellipsoid  $h$  : Jarak garis lurus yang diambil sepanjang bidang ellipsoid normal ke titik tertentu  $Q_{0ell}$  diatas permukaan bumi yang memiliki referensi ellipsoid ke titik tertentu (P). ( W. E. Featherstone, 2006 ).

### 2.1.2 Tinggi Dinamis

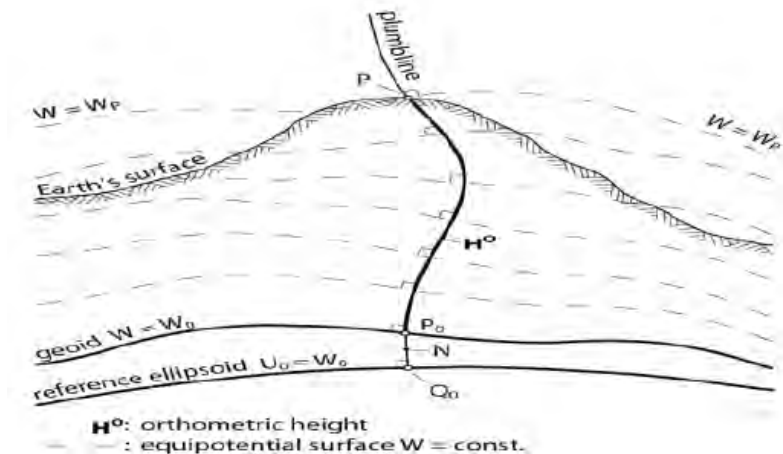
Sistem tinggi dinamik memiliki hubungan yang sangat kuat dengan sistem geopotensial, sistem ini pernah dikembangkan oleh Helmert ( 1884 ). Pada tinggi dinamis, gaya berat rata – rata diambil suatu harga berat normal standar bagi daerah yang bersangkutan, yaitu harga gaya berat normal yang dekat dengan nilai harga gaya berat rata –rata di daerah itu. Untuk tinggi dinamis global, harga gaya berat normal pada lintang  $45^\circ$  . Untuk Indonesia bisa ditentukan harga gaya berat normal di ekuator dengan sistem referensi GRS – 1967 yaitu : 978.032 gal. ( Irawan Syafri , 1990 ).

Nilai geopotensial didefinisikan sebagai nilai konstanta. Tinggi dinamis menyerap karakter yang sama, hal yang

membedakan adalah tinggi dinamis memiliki dimensi jarak. Dengan kata lain tinggi dinamis tidak memiliki nilai geografis, melainkan hanya memiliki nilai kuantitas fisik bumi ( *Physical Quantity* ). ( Heiskanen and Moritz, 1967; Jakeli, 2000 ).

### 2.1.3 Tinggi Orthometris

Tinggi ortometris suatu titik adalah jarak geometris yang diukur sepanjang unting – unting ( *Plumb Line* ) antara geoid ke titik tersebut (Irawan Syafri, 1990). Tinggi ortometris ini merupakan tinggi yang secara umum dimengerti dan paling banyak digunakan. Lain dengan tinggi dinamis, tinggi ortometrik ini memiliki nilai geometris. Permukaan geoid referensi sangat unik hal ini dikarenakan satu bidang equipotensial yang merupakan bidang yang memiliki nilai gravitasi tunggal sama dengan permukaan laut di lautan terbuka. Dalam praktik tinggi ortometrik sangat sulit direalisasikan, karena untuk merealisasikan hal yang perlu diketahui adalah arah tegak lurus dari percepatan gravitasi terhadap permukaan disemua titik yang berada sepanjang jarak tersebut.

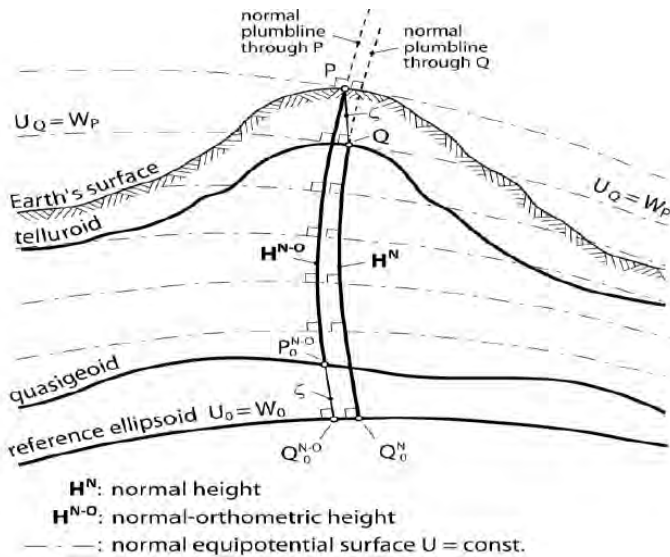


Gambar 2.2 Ilustrasi Tinggi Ortometrik (W. E. Featherstone, 2006)

Ada beberapa metoda untuk mendapatkan harga undulasi geoid diantaranya adalah dengan metoda geometrik. Pada metoda geometrik undulasi geoid dihitung dari kombinasi data ketinggian posisi satelit dengan ketinggian dan pengukuran sipat datar ( *Levelling* ). Tinggi orthometrik suatu titik dipermukaan bumi dapat didefinisikan sebagai jarak geometrik antara titik tersebut dipermukaan bumi dengan titik pasangannya di permukaan geoid dan diukur sepanjang garis untung – untung ( *Plumbline* ).

#### 2.1.4 Tinggi Normal

Tinggi normal pada awal dihitung untuk menghindari masalah dalam menentukan nilai rata – rata integral gravitasi pada gravitasi aktual sepanjang garis untung untung ( *Plumbline* ). Pemodelan pertama kali di perkenalkan oleh Molodensky pada tahun 1945. Yang membedakan tinggi normal dengan tinggi ortometrik adalah untuk mencegah terjadi hipotesis untuk menentukan medan gravitasi pada topografi (Kuswondo, 2013).



Gambar 2.3 Tinggi Normal (W. E. Featherstone, 2006)

## 2.2 Datum Vertikal

Tinggi titik didaratan maupun kedalaman di dasar laut hanya dapat ditentukan secara relatif terhadap bidang acuan tertentu yang disepakati yang disebut sebagai datum vertikal. Kata “datum” sesuatu yang diberikan, yang ditetapkan atau diketahui. Sedangkan kata “vertikal” memiliki arti tegak lurus terhadap bidang nivo alami atau sering disebut dengan bidang gravitasi (Kahar, 2002). Dengan ini dapat disimpulkan bahwa datum vertikal dapat didefinisikan sebagai bidang referensi untuk menentukan ketinggian suatu titik di daratan maupun kedalaman dasar laut.

Penentuan datum vertikal dapat ditempuh melalui pendekatan dengan teknik tertentu sedemikian rupa sehingga diperoleh tinggi titik datum sedekat mungkin dengan tinggi terhadap geoid. Datum vertikal pendekatan dapat ditetapkan dengan cara cara di bawah ini ( Badan Standarisasi Nasional, 2004 ) :

- a) Penetapan datum vertikal dengan data pasut minimal 1 tahun.
- b) Penggunaan *peil* pelabuhan laut atau sungai yang memiliki informasi tentang tinggi terhadap MLR.
- c) Kombinasi GPS dengan model geoid global.
- d) Interpolasi tinggi pada peta topografi.
- e) Penentuan tinggi barometrik.

Standar ini terdapat dalam Standar Nasional Indonesia (SNI) dengan nomor: SNI 19-6988-2004. Dengan demikian JKV di seluruh Indonesia dapat dilaksanakan oleh setiap masyarakat survey dan pemetaan dengan memperhatikan SNI tersebut. Yang perlu diperhatikan dalam penetapan datum vertikal pendekatan adalah representasi dari tinggi di atas MLR bagi JKV dengan menghindari nilai tinggi negatif. Terhadap datum vertikal nasional ( yang akan ditetapkan kemudian ) datum vertikal subsistem JKV ( datum pendekatan ) dipandang sebagai datum vertikal lokal, meskipun dalam penentuan melalui pengamatan

pasut selama kurun waktu 18,6 tahun. Penyatuan datum vertikal lokal, terutama yang terpisah oleh lautan, ke dalam satu sistem datum vertikal local yang baru maupun datum vertikal nasional menjadi suatu prioritas bagi instansi yang berwewenang berwenang dalam survei dan pemetaan.

Dalam menentukan datum vertikal ada beberapa hal yang harus diketahui yaitu mengenai karakteristik dari datum vertikal. Karakter datum vertikal yang ideal adalah sebagai berikut ( Grant and Blick, 2004 ) :

- a) Menyatu dengan daratan dan memiliki nilai yang tunggal (*Unitied and definitive*)
- b) Mempunyai cakupan wilayah yang baik dan mudah di akses (*Good Coverage*)
- c) Berdasarkan bidang ekuipotensial (*Based on an equipotential (level)*)
- d) Konsisten dengan model geoid gravimetrik (*Consistent with gravimetric geoid model*)
- e) Tinggi nol mendekati muka laut (*zero height close to sea level*)
- f) Dapat diterapkan di daerah kepulauan (*Applicable to islands*)
- g) Konsisten dengan sistem dan standar internasional (*consistent with international standards and systems*)
- h) Dapat membantu untuk pemodelan muka laut (*Able to support sea level modelling*)

### 2.3 Patahan

Patahan / sesar adalah struktur rekahan yang telah mengalami pergeseran. Umumnya disertai oleh struktur yang lain seperti lipatan, rekahan dan sebagainya. Adapun di lapangan indikasi suatu sesar / patahan dapat dikenal melalui (Noor, 2012) :

- Gawir sesar atau bidang sesar
- Deretan mata air
- Sumber air panas

- Penyimpangan / pergeseran kedudukan lapisan
- Gejala-gejala struktur minor seperti cermin sesar, gores garis, lipatan dsb.

### 2.3.1 Klasifikasi Patahan / Sesar

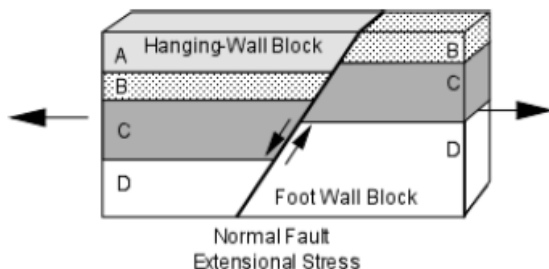
Sesar dapat dibagi kedalam beberapa jenis/tipe tergantung pada arah relatif pergeserannya. Selama patahan/sesar dianggap sebagai suatu bidang datar, maka konsep jurus dan kemiringan juga dapat dipakai, dengan demikian jurus dan kemiringan dari suatu bidang sesar dapat diukur dan ditentukan (Noor, 2012).

- *Dip Slip Faults*

*Dip Slip Faults* adalah patahan yang bidang patahannya menyudut (*inclined*) dan pergeseran relatifnya berada disepanjang bidang patahannya atau *offset* terjadi disepanjang arah kemiringannya (Noor, 2012).

- *Normal Fault*

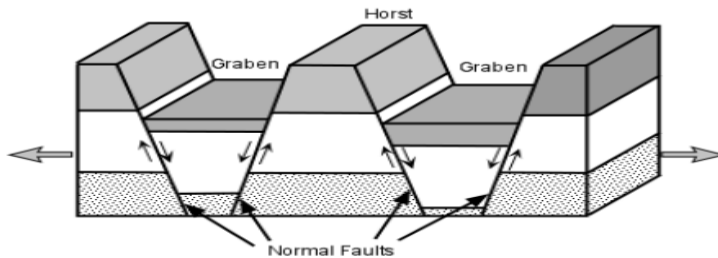
*Normal Faults* adalah patahan yang terjadi karena gaya tegasan tensional horisontal pada batuan yang bersifat retas dimana “*hangingwall block*” telah mengalami pergeseran relatif ke arah bagian bawah terhadap “*footwall block*” (Noor, 2012).



Gambar 2.4 Sesar / Patahan Normal (Noor, 2012)

- *Horsts and Gabens*

*Horsts & Gabens* dalam kaitannya dengan sesar normal yang terjadi sebagai akibat dari tegasan tensional, seringkali dijumpai sesar-sesar normal yang berpasangan pasangan dengan bidang patahan yang berlawanan. Dalam kasus yang demikian, maka bagian dari blok-blok yang turun akan membentuk “*graben*” sedangkan pasangan dari blok-blok yang terangkat sebagai “*horst*”. Contoh kasus dari pengaruh gaya tegasan tensional yang bekerja pada kerak bumi pada saat ini adalah “*East African Rift Valley*” suatu wilayah dimana terjadi pemekaran benua yang menghasilkan suatu “*Rift*”. Contoh lainnya yang saat ini juga terjadi pemekaran kerak bumi adalah wilayah di bagian barat Amerika Serikat, yaitu di Nevada, Utah, dan Idaho (Noor, 2012).

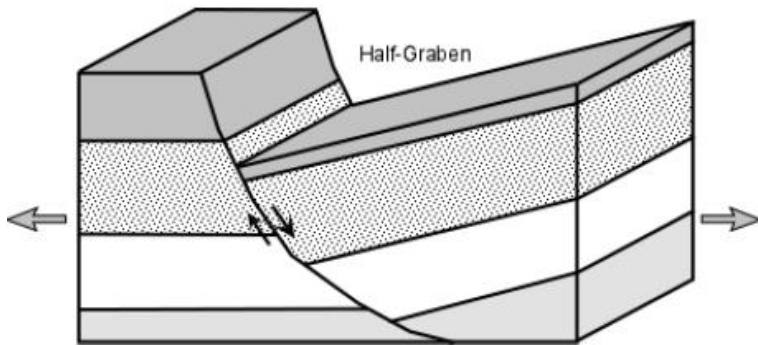


Gambar 2.5 Patahan Horst dan Gaben (Noor, 2012)

- *Half-Grabens*

*Half-Grabens* adalah patahan normal yang bidang patahannya berbentuk lengkungan dengan besar kemiringannya semakin berkurang kearah bagian bawah sehingga dapat menyebabkan blok yang turun mengalami rotasi (Noor, 2012).

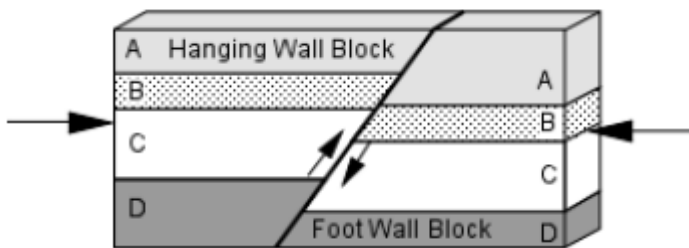




Gambar 2.6 Patahan *Half-Graben* (Noor, 2012)

- *Reverse Fault*

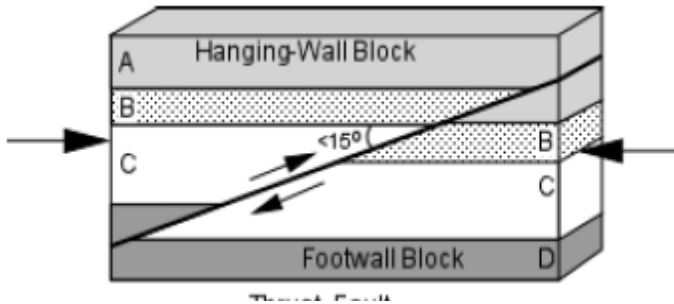
*Reverse Faults* adalah patahan hasil dari gaya tegasan kompresional horisontal pada batuan yang bersifat retas, dimana “*hangingwall block*” berpindah relatif ke arah atas terhadap “*footwall block*” (Noor, 2012).



Gambar 2.7 *Reverse Fault* (Noor, 2012)

- *A Thrust Fault*

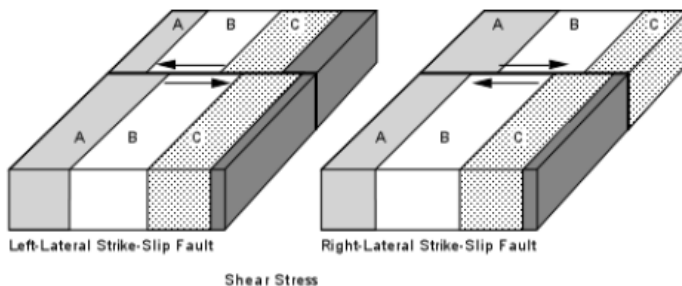
*A Thrust Fault* adalah patahan “*reverse fault*” yang kemiringan bidang patahannya lebih kecil dari 150. Pergeseran dari sesar “*Thrust fault*” dapat mencapai hingga ratusan kilometer sehingga memungkinkan batuan yang lebih tua dijumpai menutupi batuan yang lebih muda (Noor, 2012).



Gambar 2.8 *Thrust Fault* (Noor, 2012)

- *Strike Slips Faults*

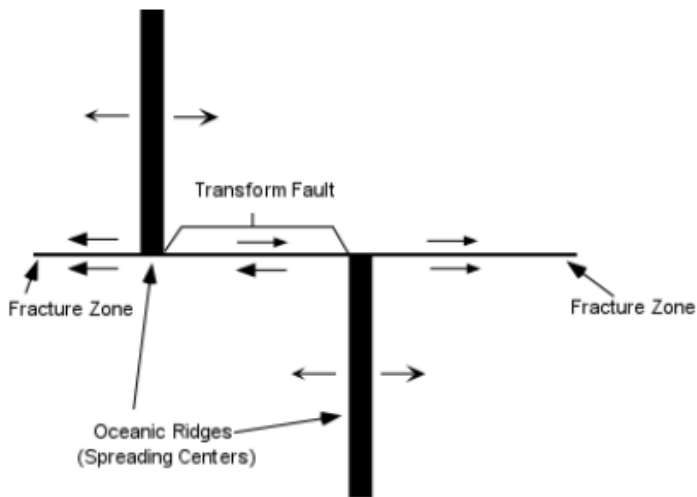
*Strike Slip Faults* adalah patahan yang pergerakan relatifnya berarah horisontal mengikuti arah patahan. Patahan jenis ini berasal dari tegasan geser yang bekerja di dalam kerak bumi. Patahan jenis “*strike slip fault*” dapat dibagi menjadi 2(dua) tergantung pada sifat pergerakannya. Dengan mengamati pada salah satu sisi bidang patahan dan dengan melihat kearah bidang patahan yang berlawanan, maka jika bidang pada salah satu sisi bergerak kearah kiri kita sebut sebagai patahan “*left-lateral strike-slip fault*”. Jika bidang patahan pada sisi lainnya bergerak ke arah kanan, maka kita namakan sebagai “*right-lateral strike-slip fault*”. Contoh patahan jenis “*strike slip fault*” yang sangat terkenal adalah patahan San Andreas di California dengan panjang mencapai lebih dari 600 km (Noor, 2012).



Gambar 2.9 *Strike Slip Faults*

- *Transform-Faults*

*Transform-Faults* adalah jenis patahan “*strike-slip faults*” yang khas terjadi pada batas lempeng, dimana dua lempeng saling berpapasan satu dan lainnya secara horisontal. Jenis patahan transform umumnya terjadi di pematang samudra yang mengalami pergeseran (*offset*), dimana patahan *transform* hanya terjadi diantara batas kedua pematang, sedangkan dibagian luar dari kedua batas pematang tidak terjadi pergerakan relatif diantara kedua bloknya karena blok tersebut bergerak dengan arah yang sama. Daerah ini dikenal sebagai zona rekahan (*fracture zones*). Patahan San Andreas di California termasuk jenis patahan “*transform fault*” (Noor, 2012).



Gambar 2.10 *Transform Fault* (Noor, 2012)

### 2.3.2 Patahan Watukosek

Patahan Watukosek adalah patahan yang terdapat di Kabupaten Pasuruan dan Sidoarjo. Kapan terjadinya atau aktifitas patahan Watukosek dalam sistem lumpur sidoarjo masih menjadi kontroversi. Mazzini dkk (2007 dan 2008) beranggapan bahwa

gempa bumi Yogyakarta 27 Mei 2008 telah memicu aktivasi kembali (*reactivation*) patahan Watukosek, sehingga membentuk „*rapture*“ baru atau rekahan (*new fracture*) yang merupakan salah satu sarana keluarnya Lumpur Sidoarjo (LUSI) dari bawah permukaan ke permukaan.

Abidin dkk, (2008) berkesimpulan bahwa rekaman berkelanjutan dari GPS menunjukkan reaktivasi Patahan Watukosek terjadi sekitar 3-4 bulan setelah semburan Lusi pertama terdeteksi (29 Mei 2008). Kesimpulan tersebut menyanggah pandangan dari Mazzini dkk (2007) bahwa pasca gempabumi Yogyakarta selanjutnya terjadi reaktivasi patahan Watukosek, dan pembentukan rekahan sebagai *driving force mechanism* Semburan Lusi.

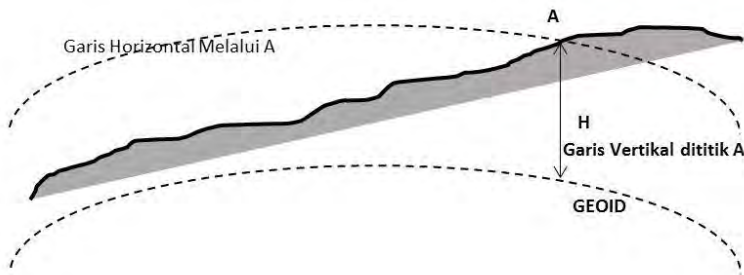
Patahan Watukosek mempunyai panjang lebih dari 15 kilometer (km), belum diteliti apakah aktif atau tidak dan juga belum ada catatan sejarah terkait hal itu. Tetapi dikarenakan panjangnya yang lebih dari 15 km maka patahan tersebut berpotensi aktif dan menimbulkan gempa (Putrohari, 2008). Titik pasti dari letak patahan Watukosek yaitu dimulai dari bukit Watukosek ke arah timur memotong sungai Porong. Adanya patahan di sekitar Bukit Watukosek dikuatkan oleh salah satu bagian bukit yang terpotong memanjang terus ke timur. Patahan kurang terdeteksi dikarenakan tertutup tanah dan vegetasi lain. Patahan muncul kembali dekat Perumahan Tanggulangin Anggun Sejahtera (TAS), sekitar Porong. Tim Badan Penanggulangan Lumpur Sidoarjo (BPLS) melalui tim geologi telah mengadakan pengamatan terhadap patahan Watukosek. Hasil pengamatan diperoleh setelah terjadinya pembelokan pada terusan sungai Alo, dekat Perumahan TAS (Putrohari, 2008).



Gambar 2.11 Lokasi Patahan Watukosek  
 (<http://rovicky.files.wordpress.com/2006/09/overlay.jpg>)

## 2.4 Kerangka Kontrol Vertikal

Tinggi adalah perbedaan vertikal atau jarak tegak dari suatu bidang referensi yang telah ditentukan terhadap suatu titik sepanjang garis vertikalnya. Untuk suatu negara biasanya muka air laut rata-rata (*MSL*) ditentukan sebagai bidang referensinya, apabila *MSL* sebagai bidang referensinya maka perluasannya ke daratan disebut geoid/datum. (Nurjati, na).



Gambar 2.12 Tinggi Titik di Atas Permukaan Tanah  
(dimodifikasi dari Anjasmara, 2005)

#### 2.4.1 Pengukuran Tinggi

Pengukuran tinggi merupakan penentuan beda tinggi antara dua titik. Pengukuran beda tinggi dapat ditentukan dengan tiga metode, yaitu:

- Metode Pengukuran Sipat Datar
- Metode Trigonometris
- Metode Barometris

Pengukuran beda tinggi metode sipat datar adalah proses penentuan ketinggian dari sejumlah titik atau pengukuran perbedaan elevasi. Tujuan dari pengukuran sipat datar adalah mencari beda tinggi antara dua titik yang diukur. Pengukuran beda tinggi metode trigonometris prinsipnya adalah mengukur jarak langsung (jarak miring), tinggi alat, tinggi benang tengah rambu dan sudut vertikal (zenith atau inklinasi) yang kemudian direduksi menjadi informasi beda tinggi menggunakan alat theodolite. Pengukuran beda tinggi metode barometris prinsipnya adalah mengukur beda tekanan atmosfer suatu ketinggian menggunakan alat barometer yang kemudian direduksi menjadi beda tinggi. Tingkat ketelitian yang paling tinggi dari ketiga metode tersebut adalah dengan metode pengukuran sipat datar, kemudian trigonometris dan terakhir adalah barometris. Pada

prinsipnya ketiga metode tersebut layak dipakai bergantung pada situasi dan kondisi lapangan, namun karena mempertimbangkan faktor ketelitian yang didapatkan dari ketiga metode tersebut maka metode pengukuran sipat datar merupakan metode yang digunakan dalam penelitian ini.

### 2.4.2 Prinsip Pengukuran Beda Tinggi Sipat Datar

Pengukuran dilakukan dengan menggunakan alat sipat datar (waterpass). Alat didirikan pada suatu titik yang diarahkan pada dua buah rambu yang berdiri vertikal, maka beda tinggi dapat dicari dengan melakukan pengurangan antara bacaan muka dan bacaan belakang.

Prinsip penentuan beda tinggi dengan sipat datar menggunakan garis bidik sebagai garis datar I, di titik A dan B didirikan rambu ukur secara tegak. Jarak vertikal rambu di titik A ( $AA_1$ ) dan  $BB_1$  dapat diukur. Pada titik A dan B angka rambu adalah nol, bila  $AA_1 = a$  dan  $BB_1 = b$ , maka beda tinggi A dan B ( $\Delta H_{AB}$ ) adalah :

$$\Delta H_{AB} = b - a \quad (2.1)$$

Dimana :

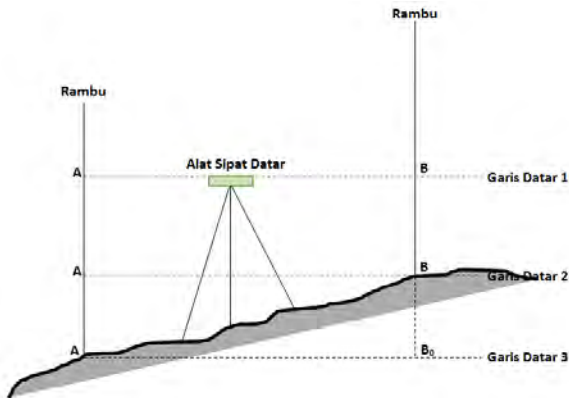
$\Delta H_{AB}$  = Beda Tinggi A dan B

$b$  = Tinggi B

$a$  = Tinggi A

Bila :

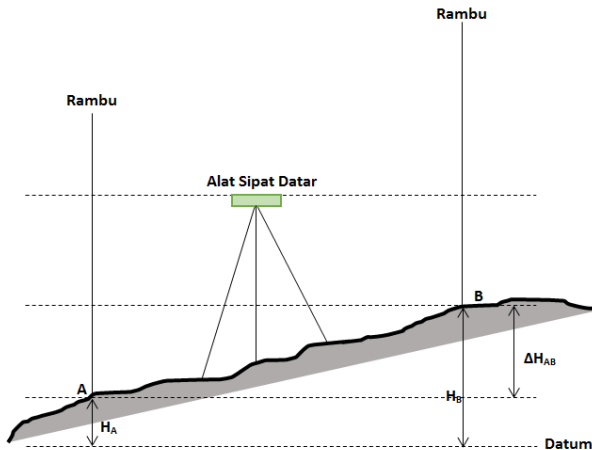
- $\Delta H_{AB} = 0$ , maka A dan B mempunyai tinggi yang sama
- $\Delta H_{AB} > 0$ , maka A lebih rendah dari B
- $\Delta H_{AB} < 0$ , maka A lebih itnggi dari B



Gambar 2.13 Prinsip Pengukuran Beda Tinggi (dimodifikasi dari Anjasmara, 2005)

### 2.4.3 Cara Penentuan Beda Tinggi Sipat Datar

Berikut merupakan cara menentukan beda tinggi dengan menggunakan alat waterpass. Alat diletakkan di antara dua buah rambu yang vertical, cara ini digunakan pada pengukuran sipat datar memanjang dan pada daerah yang relatif datar.



Gambar 2.14 Cara Pengukuran Beda Tinggi (dimodifikasi dari Nurjati, na)



$$\Delta H_{AB} = H_B - H_A \rightarrow \Delta H_{AB} = BT_B - BT_A \quad (2.2)$$

Dimana:

$\Delta H_{AB}$  : Beda Tinggi Antara Titik A dan Titik B

$H_B$  : Tinggi Titik A

$H_A$  : Tinggi Titik B

$BT_B$  : Bacaan Tengah Titik A

$BT_A$  : Bacaan Tengah Titik B

#### 2.4.4 Sipat Datar Memanjang

Sipat datar memanjang adalah suatu pengukuran yang bertujuan untuk mengetahui ketinggian titik-titik sepanjang jalur pengukuran dan pada umumnya digunakan sebagai kerangka vertikal bagi suatu daerah pemetaan. Hasil yang didapatkan dari pengukuran ini adalah ketinggian titik-titik kerangka. Titik kerangka vertikal pada umumnya memiliki ketelitian yang tinggi, oleh karena itu banyak persyaratan yang harus dipenuhi pada saat pengukuran.

Cara Pengukuran :

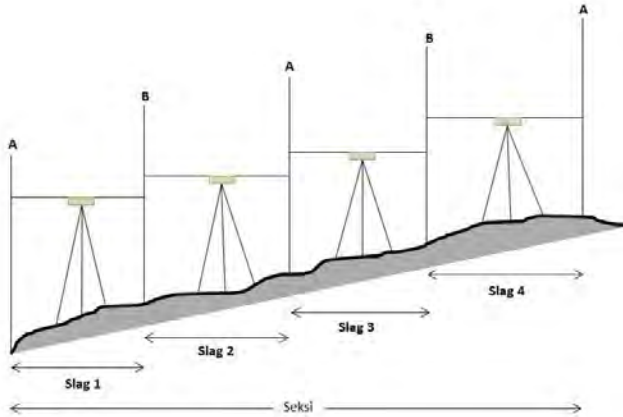
- Letakkan alat sipat datar antara titik A dan B (  $\pm$  jarak ke A = jarak ke B)
- Letakkan rambu ukur di titik A dan B
- Baca rambu A : BA, BT, BB
- Baca rambu B : BA, BT, BB
- Hitung beda tinggi A dan B dengan menggunakan rumus (2)
- Hitung jarak AB =  $d_A + d_B$

Dimana :

$d_A$  = jarak antara alat dengan titik A =  $(BA_A - BB_A) \times 100$

$d_B$  = jarak antara alat dengan titik B =  $(BA_B - BB_B) \times 100$

- Pada slag berikutnya rambu A menjadi bacaan rambu muka sedangkan rambu B menjadi bacaan rambu belakang.



Gambar 2.15 Pengukuran Sipat Datar Memanjang (dimodifikasi dari Anjasmara, 2005)

Istilah – Istilah :

- 1 slag adalah satu kali alat berdiri untuk mengukur rambu muka dan rambu belakang
- 1 seksi adalah suatu jalur pengukuran sepanjang  $\pm 2$  Km yang terbagi dalam slag yang genap dan diukur pulang pergi dalam waktu 1 hari
- 1 kring/sirkuit adalah suatu pengukuran sipat datar yang sifatnya tertutup sehingga titik awal dan titik akhirnya adalah sama.

Syarat Pengukuran:

- a. Alat berada ditengah antara dua rambu
- b. Baca rambu belakang (b), baru kemudian dibaca rambu muka (m)
- c. Seksi dibagi dalam slag berjumlah genap
- d. Pengukuran dapat dilakukan dengan cara pergi pada pagi hari dan pulang pada siang hari atau dengan cara *double stand*, dimana selisih beda tinggi *stand* 1 dan 2 maksimum 2 mm
- e. Jumlah jarak muka = jumlah jarak belakang

- f. Jarak alat ke rambu maksimum adalah 75 meter  
 g. Dilakukan koreksi garis bidik pada awal dan akhir

$$Tg \alpha = \frac{(b1'-m1')-(b2'-m2')}{(db1-dm1)-(db2-dm2)} \quad (2.3)$$

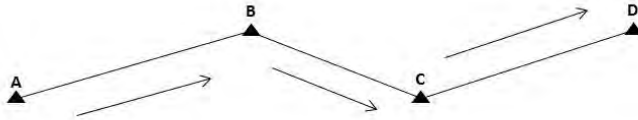
Dimana :

- $\alpha$  = kesalahan tengah belakang posisi I  
 $b1'$  = benang tengah belakang posisi I  
 $m1'$  = benang tengah muka posisi I  
 $b2'$  = benang tengah belakang posisi II  
 $m2'$  = benang tengah posisi II  
 $db1$  = jarak belakang posisi I  
 $dm1$  = jarak muka posisi I  
 $db2$  = jarak belakang posisi II  
 $dm2$  = jarak muka posisi II

#### 2.4.5 Sipat Datar Profil Memanjang

Pelaksanaan pengukuran sipat datar profil memanjang tidak jauh berbeda dengan sipat datar memanjang, yaitu melalui jalur pengukuran yang nantinya merupakan titik ikat bagi sipat datar profil melintangnya, sehingga mempunyai ketentuan sebagai berikut :

- Pengukuran harus dilakukan sepanjang garis tengah jalur pengukuran dan dilakukan pengukuran pada setiap perubahan yang terdapat pada permukaan tanah
- Data ukuran jarak dengan pita ukur dan dicek dengan jarak optis



Gambar 2.16 Profil Memanjang Tampak Atas (dimodifikasi dari Nurjati, na)

## 2.5 Sipat Datar (Waterpass)

Alat sipat datar digunakan untuk mendapatkan garis lurus mendatar garis bidik (garis penghubung lurus pusat objektif teropong dengan perpotongan benang silang diafragma) (Nurjati, an).

Pada dasarnya alat sipat datar terdiri dari tiga bagian utama, yaitu:

- Teropong, membidik rambu (dengan garis bidik) dan memperbesar bayangan rambu.
- Nivo tabung, diletakkan pada teropong untuk mengatur garis bidik mendatar.
- Kiap (*levelling head bade plate*) padanya terdapat skrup-skrup kiap (umumnya tiga buah) dan nivo kotak yang digunakan untuk menegakkan sumbu tegak teropong.

### 2.5.1 Persyaratan Sipat Datar

Sebelum alat sipat datar digunakan untuk mengukur beda tinggi, ada syarat-syarat yang harus dipenuhi yaitu:

- Garis bidik teropong harus sejajar dengan garis arah nivo
- Garis arah nivo harus tegak lurus pada sumbu kesatu
- Garis mendatar diafragma harus tegak lurus pada sumbu kesatu

### Syarat garis bidik sipat datar sejajar garis arah nivo

Syarat ini merupakan syarat utama yang harus dipenuhi oleh alat ukur sipat datar. Adapun cara yang dilakukan untuk mengetahui garis bidik sudah sejajar dengan garis nivo adalah dengan melakukan penyentrangan dengan benar, sehingga semua syarat alat terpenuhi.

### Membuat sumbu I sipat datar menjadi vertikal

- Dirikan alat ukur sipat datar diatas statif dan lakukan *centering*
- Atur nivo kotak dengan skrup kiap agar gelembungnya berada ditengah-tengah lingkaran nivo kotak

### Membuat garis mendatar diafragma (benang silang) tegak lurus sumbu I

- Pasang alat ukur sipat datar diatas statif dan buat sumbu I vertikal dengan mengatur nivo kotak
- Bidikkan teropong pada titik yang dibuat ditembok, himpitkan ujung kiri benang silang mendatar pada titik tersebut (misal titik P)
- Gerakkan teropong kekiri dengan memutar sekrup penggerak halus horisontal

## **2.5.2 Perataan Beda Tinggi Sipat Datar**

Apabila pengukuran beda tinggi satu slag diukur pergi-pulang atau dua kali (*double stand*), akan didapat beda tinggi pergi ( $\Delta h_{pg}$ ) dan beda tinggi pulang ( $\Delta h_{pl}$ ) yang besarnya tidak selalu sama. Beda tinggi definitifnya adalah rata-rata dari  $\Delta h_{pg}$  dan  $\Delta h_{pl}$  atau secara sistematis :

$$\Delta h_{rata-rata} \text{ atau } (\Delta h_r) = \frac{\Delta h_{pg} + \Delta h_{pl}}{2} \quad (2.4)$$

Dimana :

$\Delta h_r$  : Beda Tinggi Rata-Rata

$\Delta h_{pg}$  : Beda Tinggi Pergi

$\Delta h_{pl}$  : Beda Tinggi Pulang

Pada pengukuran pulang pergi atau dua kali (*double stand*) pada umumnya tidak menghasilkan angka beda tinggi yang sama. Angka atau besaran yang menyatakan bahwa pengukuran beda tinggi tersebut diterima atau tidak dinamakan toleransi. Apabila selisih pengukuran pulang pergi atau dua kali (*double stand*) sama dengan atau lebih kecil dari ( $\leq$ ) toleransi, maka pengukuran tersebut diterima. Sebaliknya apabila pengukuran pulang pergi atau dua kali (*double stand*) lebih besar dari ( $>$ ) toleransi, maka akan ditolak atau tidak diterima yang berarti pengukuran harus diulang. Apabila akan dicari beda tinggi antar *slag* secara definitif maka  $\Delta h_{pg}$  atau  $\Delta h_{pl}$  dikoreksi sebanding dengan jarak-jaraknya, atau:

$$\varepsilon h_i = \frac{di}{\Sigma d} \times fh \quad (2.5)$$

Dimana :

$\varepsilon h_i$  : Koreksi Beda Tinggi Slag ke I

$di$  : Jarak Slag ke i

$\Sigma d$  : Jumlah Jarak Dalam Seksi

$fh$  : Kesalahan atau Penyimpangan Pengukuran

Apabila pengukuran terdiri dari beberapa seksi dan berbentuk tertutup (*loop/sircuit*), maka persyaratan untuk setiap seksi sendiri harus  $\leq$  toleransi, demikian pula untuk syarat pengukuran tertutup juga harus  $\leq$  toleransi. Untuk pengukuran tertutup, selain syarat di atas, juga ada syarat lain yaitu jumlah beda tinggi rata-rata loop seksi harus sama dengan nol, atau:

$$\Sigma \Delta h_{RS} = 0 \quad (2.6)$$

Jika tidak sama dengan nol (0), maka besaran tersebut dinamakan kesalahan penutup beda tinggi atau  $fH$ . Apabila harga  $fH$  ini  $\leq$  toleransi, maka pengukuran diterima. Untuk memenuhi syarat (2.6) maka beda tinggi rata-rata setiap seksi dikoreksi sebesar:

$$\varepsilon H = \frac{Di}{\Sigma D} \times fH \quad (2.7)$$

Dimana:

$\varepsilon H_i$  : Koreksi Beda Tinggi Seksi ke I

$Di$  : Jarak Seksi ke i (Jarak Rata-Rata Pergi-Pulang/*Double Stand*)

$\Sigma D$  : Jumlah Jarak Pengukuran Tertutup

$fH$  : Kesalahan Penutup Tinggi

### 2.5.3 Perataan Metode Parameter

Perataan Metode Parameter merupakan metode perataan kuadrat terkecil dengan model matematik yang disusun berdasarkan parameter. Rumus umum perataan parameter dengan menggunakan bobot pengukuran adalah sebagai berikut.

$$W.A.X + B = W.L + W.V \quad (2.8)$$

Dimana :

$W$  = Matriks Bobot

$A$  = Matriks Parameter

$X$  = Matriks Titik yang dicari

$L$  = Matriks Elevasi Awal Titik yang dicari

$V$  = Matriks Residu

Berdasarkan rumus umum di atas, maka untuk mencari ketinggian dari setiap titik dapat digunakan rumus seperti dibawah ini.

$$X = N^{-1} \cdot (A^T \cdot W \cdot L) \quad (2.9)$$

Dengan :

- $X$  = Matriks Titik yang dicari
- $N^{-1}$  = Matriks  $N^{-1}$
- $A^T$  = Matriks Parameter Transpose
- $W$  = Matriks Bobot
- $L$  = Matriks Elevasi Awal Titik yang dicari

Untuk menghitung nilai matriks  $N$  digunakan rumus sebagai berikut.

$$N = A^T \cdot W \cdot A \quad (2.10)$$

Dimana :

- $N$  = Matriks  $N$
- $A^T$  = Matriks Parameter Transpose
- $W$  = Matriks Bobot
- $A$  = Matriks Parameter

Setelah nilai  $N$  didapat maka dilanjutkan dengan menghitung nilai ketinggian dari setiap titik yang diinginkan dengan menggunakan rumus seperti pada rumus (2.9). Untuk menghitung matriks residual ( $V$ ) dapat digunakan rumus seperti berikut.

$$V = A \cdot X - L \quad (2.11)$$

Dengan :

- $V$  = Matriks Residu
- $A$  = Matriks Parameter
- $X$  = Matriks Titik yang dicari
- $L$  = Matriks Elevasi Awal Titik yang dicari



Untuk mencari standar deviasi dari pengukuran yang telah dilakukan, digunakan rumus sebagai berikut.

$$SD = \sqrt{\frac{V^T W V}{m-n}} \quad (2.12)$$

Dimana :

- SD = Standar Deviasi
- $V^T$  = Matriks Residu Transpose
- $W$  = Matriks Bobot
- $V$  = Matriks Residu
- $m$  = Jumlah Parameter
- $n$  = Jumlah Titik yang Dicari

#### 2.5.4 Uji Statistik *t-Student*

Dalam melakukan uji hipotesis, ada banyak faktor yang menentukan, seperti apakah sampel yang diambil berjumlah banyak atau hanya sedikit, apakah standar deviasi populasi diketahui, apakah varians populasi diketahui, metode parametrik apakah yang dipakai, dan seterusnya (Pribadi, 2014).

Langkah-langkah untuk menguji suatu hipotesis adalah:

- a) Menentukan hipotesa nol ( $H_0$ ) dan hipotesa alternatif.  $H_0$  merupakan hipotesis nilai parameter dengan dibandingkan dengan hasil perhitungan dari sampel.  $H_0$  ditolak hanya jika hasil perhitungan dari sampel tidak mungkin memiliki kebenaran terhadap hipotesis yang ditentukan terjadi.  $H_a$  diterima jika  $H_0$  ditolak.
- b) Menentukan tingkat signifikansi yang digunakan. Tingkat signifikansi merupakan standar statistik yang digunakan untuk menolak  $H_0$ . Jika ditentukan tingkat signifikansi 10% ( $\alpha = 0.1$ ).  $H_0$  ditolak hanya jika hasil perhitungan dari sampel sedemikian berbeda dengan nilai dugaan (yang dihipotesakan).
- c) Memilih uji statistik.

- d) Menentukan statistik tabel. Nilai statistik tabel dipengaruhi oleh:
- Tingkat kepercayaan
  - Derajat kebebasan
  - Jumlah sampel yang didapat
- e) Menentukan statistik hitung
- f) Mengambil keputusan

Uji-t termasuk dalam golongan statistika parametrik. Statistik uji ini digunakan dalam pengujian hipotesis. Uji-t digunakan ketika informasi mengenai nilai variance (ragam) populasi tidak diketahui. Rumus yang digunakan dalam uji-t adalah sebagai berikut.

$$t = \frac{\sum d}{\sqrt{\frac{N \sum d^2 - (\sum d)^2}{N-1}}} \quad (2.13)$$

Dimana :

$t$  = t-Hitung

$\sum d$  = Jumlah Selisih Tiap Titik

$N$  = Jumlah Titik yang Digunakan

$\sum d^2$  = Kuadrat dari Jumlah Selisih Tiap Titik

$(\sum d)^2$  = Kuadrat dari Jumlah Selisih Tiap Titik Kuadrat

## 2.6 Penurunan Muka Tanah (*Land Subsidence*)

Penurunan muka tanah (*land subsidence*) merupakan suatu proses gerakan penurunan muka tanah yang didasarkan atas suatu datum tertentu (kerangka referensi geodesi) dimana terdapat berbagai macam variabel penyebabnya (Bimantara, 2012)

Dari studi penurunan muka tanah yang dilakukan selama ini, diidentifikasi ada beberapa faktor penyebab terjadinya penurunan tanah, yaitu pengambilan air tanah yang berlebihan,

penurunan karena beban bangunan (*settlement*), penurunan karena adanya konsolidasi alamiah dari lapisan-lapisan tanah, serta penurunan gaya-gaya tektonik.

Secara umum penyebab penurunan muka tanah antara lain (Whittaker and Reddish, 1989 dalam Bimantara, 2012) :

1. Penurunan tanah alami (*natural subsidence*)  
 Penurunan tanah alami disebabkan oleh proses-proses geologi seperti aktivitas vulkanik dan tektonik, siklus geologi, adanya rongga di bawah permukaan tanah dan sebagainya.
2. Penurunan tanah akibat pengambilan air tanah (*groundwater extraction*)  
 Pengambilan air tanah secara besar-besaran yang melebihi kemampuan pengambilannya akan mengakibatkan berkurangnya jumlah air tanah pada suatu lapisan akuifer. Hilangnya air tanah mengakibatkan terjadinya kekosongan pori-pori tanah sehingga tekanan hidrostatik di bawah permukaan tanah berkurang sebesar hilangnya air tanah tersebut, selanjutnya akan terjadi pemampatan lapisan akuifer.
3. Penurunan akibat beban bangunan (*settlement*)  
 Tanah memiliki peranan penting dalam pekerjaan konstruksi. Tanah dapat menjadi pondasi pendukung bangunan atau bahan konstruksi dari bangunan itu sendiri seperti tanggul atau bendungan. Penambahan bangunan di atas permukaan tanah dapat menyebabkan lapisan di bawahnya mengalami pemampatan. Pemampatan tersebut disebabkan adanya deformasi partikel tanah, relokasi partikel, keluarnya air atau udara dari dalam pori, dan sebab lain yang sangat terkait dengan keadaan tanah yang bersangkutan. Proses pemampatan ini pada akhirnya menyebabkan terjadinya penurunan permukaan tanah. Secara umum penurunan tanah akibat pembebanan dapat dibagi ke dalam dua jenis, yaitu:

- a. Penurunan konsolidasi yang merupakan hasil dari perubahan volume tanah jenuh air sebagai akibat dari keluarnya air yang menempati pori-pori air tanah.
  - b. Penurunan segera yang merupakan akibat dari deformasi elastik tanah kering, basah, dan jenuh air tanpa adanya perubahan kadar air.
4. Penurunan tanah akibat penambangan
- Volume dan geometri dari pengambilan bahan tambang, kondisi geologis daerah di sekitarnya termasuk tanah di atasnya dan kedalaman bahan tambang dari permukaan tanah dapat mempengaruhi deformasi yang terjadi akibat aktifitas tambang. Umumnya besar deformasi akibat aktivitas tambang tersebut bervariasi dari beberapa mm sampai cm sehingga tidak terasa oleh yang mendiami wilayah tersebut sampai dengan merusak struktur lapisan tanah di atasnya.

## 2.7 Kenaikan Muka Tanah (*Land Uplift*)

Indikasi dari adanya patahan adalah terjadinya peristiwa *land subsidence* dan *land uplift* yaitu peristiwa penurunan ataupun kenaikan muka tanah pada suatu daerah. Terjadinya *uplift* sering disertai oleh aktifitas tektonik lokal (Makinen, 1987 dalam Bukhori, 2011). Pendapat umum dikalangan para ilmuwan menyatakan bahwa peristiwa *uplift* terjadi karena dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya yaitu adanya proses penyesuaian *isostatik*, terjadinya perubahan distribusi massa bumi karena pergerakan pada inti/mantel bumi. Fenomena uplift juga terjadi di wilayah semburan lumpur Sidoarjo, hal tersebut dikarenakan adanya dorongan oleh lumpur yang akan muncul ke permukaan tanah (Bukhori, 2011). Uplift yang terjadi di lumpur Sidoarjo terjadi ke arah timur laut dari pusat semburan searah dengan patahan Watukosek dan terjadi pada bulan Agustus-Oktober 2006 (Abidin dkk, 2008 dalam Bukhori, 2011).

## 2.8 Penelitian Terdahulu

- a. Mazzini dkk, 2007 dan 2008 yang memperkenalkan pemikiran bahwa pasca gempa bumi Yogyakarta 27 Mei 2008 telah memicu mengaktifkan kembali (*reactivation*) Patahan Watukosek sehingga membentuk „*rapture*” atau rekahan baru yang merupakan salah satu sarana keluarnya Lusi dari bawah permukaan ke permukaan, dimana awalnya ada 5 sumber, sekarang tinggal *Big Hole Lusi*.
- b. Abidin dkk, 2008 dalam makalahnya yang berjudul *Subsidence and uplift of Sidoarjo (East Java) due to the eruption of the Lusi mud volcano (2006-present)* menyimpulkan bahwa rekaman berkelanjutan dari GPS menunjukkan bahwa pengaktifan kembali Patahan Watukosek terjadi sekitar 3-4 bulan dari saat semburan Lusi pertama terdeteksi (29 Mei 2008).
- c. Bukhori, 2012 dalam Tugas Akhirnya yang berjudul *Model Estimasi Uplift dan Subsidence dari hasil ukuran GPS Menggunakan Metode Polinomial di Area Lumpur Sidoarjo*.

***“Halaman ini sengaja dikosongkan”***

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Lokasi Penelitian**

Lokasi penelitian ini mengambil daerah studi di Kabupaten Pasuruan - Sidoarjo. Tepatnya antara  $112^{\circ} 5'$  dan  $112^{\circ} 9'$  dan antara  $7^{\circ} 3'$  dan  $7^{\circ} 5'$  Lintang Selatan. Batas sebelah utara adalah Kota Surabaya dan Kabupaten Gresik, sebelah selatan adalah Kabupaten Malang, sebelah timur adalah Selat Madura - Kabupaten Probolinggo, dan sebelah barat adalah Kabupaten Mojokerto.



Gambar 3.1 Lokasi Penelitian  
(Sumber : Google Earth, 2014)



Gambar 3.2 Sebaran Titik dan Jalur Pengukuran yang Digunakan  
(Sumber : Google Earth)

Tabel 3.1 Tabel Koordinat Titik Titik Pengukuran GPS Tahun  
2011

Nama Titik	Timur (m)	Utara (m)
1304	686567	9162606
1305	687353	9165632
BPN Siring	687927	9167613
PLNG	688092	9168181



### **3.2 Data dan peralatan**

#### **3.2.1 Data**

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a) Data pengukuran dengan menggunakan Waterpass pada 4 lokasi Benchmark yaitu pada titik TTG-1304, 1305, BPN Siring dan PLNG yang tersebar di wilayah Kabupaten Pasuruan (TTG-1304) dan Kabupaten Sidoarjo (1305, BPN Siring, dan PLNG). Pengukuran ini dilakukan selama 3 kala pengukuran dengan rentang waktu 20 hari yaitu kala 1 yang dilakukan pada awal bulan Mei 2014, kala 2 pada akhir bulan Mei 2014, dan kala 3 pada akhir bulan Juni 2014.
- b) Data pengamatan GPS akhir bulan april 2014 di lokasi Benchmark yang dianggap sebagai titik tetap (acuan) dalam menentukan tinggi BM selanjutnya yaitu pada titik TTG-1304 yang terletak di Japaran, Pasuruan.

#### **3.2.2 Peralatan**

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah:

- a) Hardware
  - Waterpass
  - Statif
  - Payung
  - Form Pengukuran & ATK
  - Notebook
- b) Software
  - Microsoft Office 2010 untuk pembuatan laporan
  - Matlab R2010a untuk menghitung perataan parameter

### **3.3 Tahapan Penelitian**

Secara garis besar tahapan yang dilaksanakan dalam penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

### 3.3.1 Tahap Identifikasi Awal

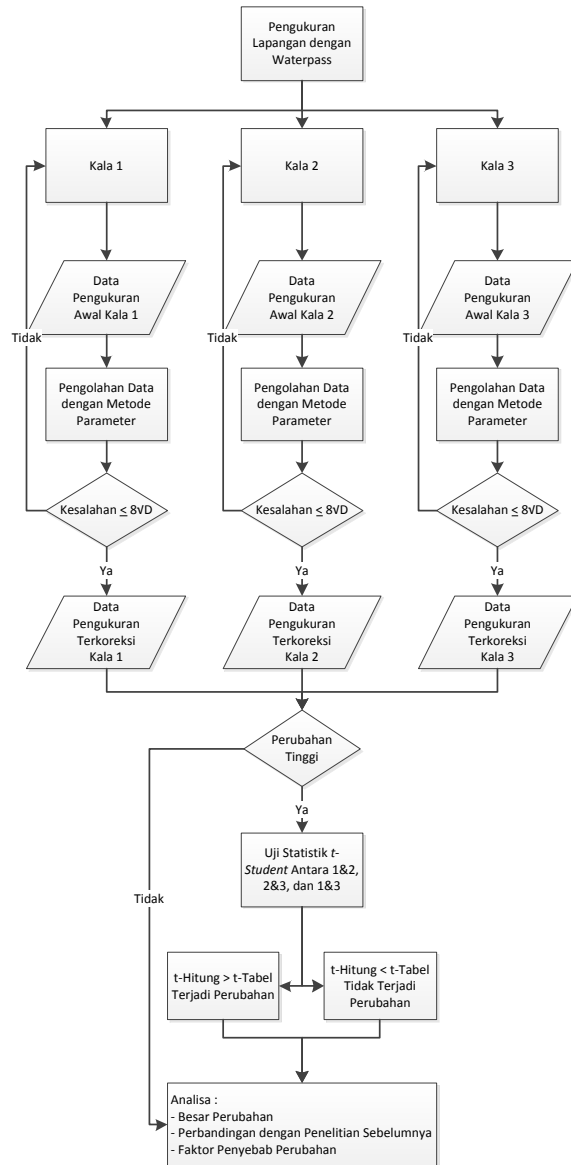
Pada tahap identifikasi awal ini dilakukan studi literature yang bertujuan untuk mendapatkan referensi yang berhubungan dengan pengukuran waterpass, *land subsidence*, *uplift*, patahan Watukosek, dan literatur lain yang mendukung baik dari buku, jurnal, majalah, internet dan lain sebagainya. Selain studi literatur dilakukan pula orientasi lapangan yang dimaksudkan untuk mengetahui daerah/medan yang akan dijadikan tempat penelitian sehingga memudahkan pada saat proses pengambilan data.

### 3.3.2 Tahap Pengumpulan Data

Pada tahap pengumpulan data dilakukan dengan cara melakukan pengambilan data langsung ke lapangan dengan menggunakan alat pengukuran sipat datar berupa waterpass di area penelitian yaitu kabupaten Pasuruan dan kabupaten Sidoarjo yang dilakukan sebanyak 3 kala pengukuran dengan rentang waktu 20 hari. Pengukuran kala 1 dilakukan pada awal bulan Mei 2014, kala 2 pada akhir bulan mei 2014 dan kala 3 pada akhir bulan juni 2014. Metode pengambilan data dilakukan dengan cara '*double stand*'.

### 3.3.3 Tahap Pengolahan Data

Pada tahap ini dilakukan pengolahan data yang telah didapat di lapangan. Proses pengolahan data dilakukan dengan bantuan software Microsoft Excel 2010 dan Matlab R2010a. Metode pengolahan data yang digunakan adalah dengan metode *Least Square* (perataan kuadrat terkecil).



Gambar 3.3 Diagram Alir Pengolahan Data

Penjelasan proses pengolahan data pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pengukuran lapangan  
Pengukuran lapangan merupakan proses pengambilan data di lapangan yang dilakukan secara periodik selama 3 kala dengan rentang waktu 20 hari tiap kalanya. Pengukuran dimulai pada awal Mei 2014 dan selesai pada akhir Juni 2014. Pengukuran dilakukan dengan cara *double stand*.
2. Data pengukuran awal  
Data pengukuran awal ini didapat setelah melakukan pengukuran di lapangan. Data awal akan langsung diolah setiap selesai 1 kala pengukuran.
3. Setelah data pengukuran awal didapat, data ini kemudian akan diolah dengan menggunakan bantuan software Microsoft Excel dan Matlab R2010a dengan memakai metode kuadrat terkecil (*Least Square*). Dalam hal ini toleransi yang dipakai adalah toleransi dalam orde 2 yaitu  $8\sqrt{D}$ , dimana D adalah total jarak pengukuran. Apabila hasil yang didapat tidak memenuhi toleransi yang diizinkan dalam orde 2 maka dilakukan pengukuran ulang, tetapi apabila memenuhi maka dilanjutkan ke tahap berikutnya yaitu dilakukan pengujian statistik dengan menggunakan *t-Student*.
4. Data pengukuran terkoreksi  
Setelah data yang diolah memenuhi toleransi yang ditentukan maka data yang didapat disebut data pengukuran terkoreksi. Kemudian dilakukan perbandingan untuk melihat apakah terjadi perubahan ketinggian atau tidak, jika tidak terjadi perubahan maka langsung menuju ke tahap analisa dan bila terjadi perubahan dilanjutkan ke proses uji statistik. Selanjutnya dilakukan uji statistik *t-Student*, jika  $t\text{-Hitung} > t\text{-Tabel}$  maka terjadi perubahan tetapi apabila  $t\text{-Hitung} < t\text{-Tabel}$  maka tidak terjadi perubahan.
5. Kemudian dilakukan proses analisa.

#### 3.3.4 Tahap Akhir

Pada tahap akhir dari penelitian dilakukan analisa berdasarkan hasil dari pengolahan data yang telah dilakukan. Analisa yang dilakukan berupa pergerakan keempat BM (*Benchmark*) yang telah diukur dengan menggunakan Waterpass, mengalami penurunan (*land subsidence*), kenaikan (*uplift*), ataupun tidak mengalami perubahan sedikitpun. Kemudian dilakukan validasi data dengan penelitian sebelumnya yang telah dilakukan di daerah penelitian, dan setelah itu melihat faktor penyebab perubahan yang terjadi apabila terjadi perubahan. Setelah semua analisa selesai maka dilakukan penyusunan laporan untuk penelitian yang sudah dilakukan agar hasil penelitian ini bisa bermanfaat kedepannya dan diketahui oleh orang lain.

***“Halaman ini sengaja dikosongkan”***

## **BAB IV**

### **HASIL DAN ANALISA**

#### **4.1 Hasil**

##### **4.1.1 Pengukuran Waterpass**

Pengukuran waterpass pada penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan ketinggian titik yang bereferensi terhadap geoid dan mengetahui perubahan yang terjadi pada setiap BM berdasarkan satu titik BM yang dijadikan sebagai referensi karena merupakan titik tetap dalam melakukan pengukuran.

Dalam penelitian ini pengukuran dilakukan secara berkala selama 3 kala dengan rentang waktu 20 hari. Data BM yang digunakan berdasarkan data pengukuran GPS bulan April tahun 2014, dimana BM TTG-1304 dijadikan sebagai acuan dalam menentukan tinggi BM selanjutnya. Berikut data pengukuran GPS yang digunakan.

Tabel 4.1 Koordinat BM yang Digunakan Dalam Pengukuran

<b>BM</b>	<b>X (m)</b>	<b>Y (m)</b>	<b>Z (m)</b>
TTG-1304	686567	9162606	43,299
TTG-1305	687353	9165632	-
BPN Siring	687927	9167613	-
PLNG	688092	9168181	-

Data ketinggian (Z) yang digunakan hanya data Z pada BM TTG-1304 dikarenakan menurut penelitian-penelitian terdahulu dan juga rekomendasi dari BAPEL BPLS Sidoarjo titik TTG-1304 merupakan titik yang paling stabil dan dapat dijadikan referensi untuk digunakan pada pengukuran leveling.

Setelah pengukuran lapangan dengan alat waterpass WILD NAK 2 didapatkan data awal berupa data beda tinggi tiap BM. Berikut data awal yang didapatkan pada pengukuran kala pertama.

Tabel 4.2 Data Beda Tinggi Awal yang Didapatkan Pada Pengukuran Kala 1

BM	$\Delta h$ (m)	
	Stand 1	Stand 2
TTG1304 - 1305	-4,141	4,137
TTG1305 - BPN	-6,862	6,865
BPN - PLNG	-0,844	0,844

Setelah data beda tinggi antar titik didapat, maka berdasarkan data ketinggian ( $Z$ ) pada BM TTG-1304 yang diperoleh dari data GPS bulan April 2014 maka didapat ketinggian pada setiap titik yang digunakan dalam penelitian. Berikut ketinggian setiap titik selama 3 kala pengukuran sebelum dilakukan perataan parameter.

Tabel 4.3 Elevasi Sebelum Diratakan dengan Metode Parameter

BM	Elevasi (m)		
	Kala 1	Kala 2	Kala 3
TTG-1304	43,299	43,299	43,299
TTG-1305	39,159	39,142	39,142
BPN Siring	32,297	32,011	32,255
PLNG	31,453	31,160	32,401

#### 4.1.2 Perataan Parameter

Setelah data awal didapat, dengan menggunakan data ketinggian ( $Z$ ) pada titik BM TTG-1304 maka didapat ketinggian tiap BM, namun ketinggian ini masih harus diratakan dengan melakukan perataan secara parameter. Pada tahap perataan parameter dilakukan dengan menggunakan rumus umum yaitu seperti pada rumus (2.8). Sebelum menghitung nilai ketinggian (elevasi) dari setiap titik, terlebih dahulu harus dihitung nilai dari matriks  $N$  dan juga matriks bobot yang digunakan. Matriks bobot



yang digunakan dalam penelitian ini adalah berdasarkan pada jarak pengukuran dari setiap slag yang ada, dimana matriks bobot yang didapat pada kala 1 adalah sebagai berikut.

$$W = \begin{bmatrix} 1.0000 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1.6667 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 5.6667 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 5.6667 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1.6667 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1.0000 \end{bmatrix}$$

Setelah matriks bobot didapat, kemudian dihitung nilai dari matriks  $N$  dengan menggunakan rumus seperti pada rumus (2.10) sehingga dihasilkan nilai matriks  $N$  pada kala 1 adalah seperti berikut.

$$N = \begin{bmatrix} 5.0563 & -3.0563 & 0 \\ -3.0563 & 13.7371 & -10.6808 \\ 0 & -10.6808 & 10.6808 \end{bmatrix}$$

Setelah nilai  $N$  didapat maka dilanjutkan dengan menghitung nilai ketinggian dari setiap titik yang diinginkan. Dengan menggunakan rumus seperti pada rumus (2.9), maka didapatkan ketinggian kala 1 sebagai berikut.

$$X = \begin{bmatrix} 39.1600 \\ 32.2965 \\ 31.4525 \end{bmatrix}$$

Setelah nilai ketinggian dari setiap titik didapat, maka dilakukan langkah untuk mendapatkan nilai matriks residual ( $V$ ). Matriks residual ( $V$ ) dicari untuk melihat kesalahan dari setiap slag pengukuran yang telah dilakukan, untuk menghitung matriks residual ( $V$ ) dapat digunakan rumus (2.11). Berikut merupakan

nilai matriks residual ( $V$ ) yang didapatkan dari pengukuran kala pertama.

$$V = \begin{bmatrix} 0.0020 \\ -0.0015 \\ 0.0000 \\ -0.0000 \\ -0.0015 \\ 0.0020 \end{bmatrix}$$

Setelah nilai dari matriks residual ( $V$ ) didapat, maka dilakukan penghitungan standar deviasi untuk pengukuran kala 1. Untuk menghitung standar deviasi dari pengukuran yang telah dilakukan digunakan rumus seperti pada rumus (2.12), dan didapatkan hasil sebagai berikut.

$$SD = 0,0022$$

Dan berikut merupakan hasil standar deviasi untuk ketiga kala pengukuran yang telah dilakukan.

Tabel 4.4 Standar Deviasi dari Ketiga Kala Pengukuran

<b>Kala Pengukuran (m)</b>		
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
0.0022	0.0035	0.0025

## 4.2 Analisa

### 4.2.1 Analisa Toleransi Pengukuran

Dalam penelitian ini digunakan pengukuran orde 2 dimana kesalahan maksimal yang diperbolehkan adalah sebesar  $\leq 8\sqrt{D}$ , dengan  $D$  adalah total jarak pengukuran dalam satuan Kilometer (km). Total jarak pengukuran rata-rata dalam penelitian ini adalah 5,819 km, jadi kesalahan maksimal yang diperbolehkan adalah sebesar 19,267 mm. Dari tabel 4.4 dapat

dilihat bahwa ketiga kala pengukuran memiliki kesalahan yang masih memenuhi toleransi yang diperbolehkan.

Setelah semua data memenuhi toleransi, maka data dapat digunakan sehingga setelah dilakukan perataan secara parameter didapat elevasi/ketinggian akhir dari setiap BM sebagai berikut.

Tabel 4.5 Elevasi Akhir Setelah dilakukan Perataan Parameter

BM	Elevasi (m)		
	Kala 1	Kala 2	Kala 3
TTG-1304	43,299	43,299	43,299
TTG-1305	39,160	39,138	39,149
BPN Siring	32,297	32,002	32,266
PLNG	31,453	31,148	31,413

#### 4.2.2 Analisa Standar Deviasi Pengukuran

Dalam penelitian ini, uji statistik yang dilakukan adalah dengan uji *t-Student*. Uji *t-Student* dilakukan untuk mengetahui apakah terjadi perbedaan yang nyata atau hanya karena kebetulan. Dikarenakan pengukuran yang dilakukan dalam 3 kala (periode), maka dapat dilakukan 3 kali uji statistik. Uji statistik yang pertama yaitu antara data hasil pengukuran kala 1 dan kala 2, yang kedua antara data hasil pengukuran kala 2 dan kala 3, dan yang ketiga antara data hasil pengukuran kala 1 dan kala 3. Maka mengacu pada rumus (2.13) didapat hasil uji *t-Student* sebagai berikut.

Tabel 4.6 Hasil Uji *t-Student* Antara Pengukuran Kala 1&2

BM	Tinggi Kala 1 (m)	Tinggi Kala 2 (m)	d (m)	d <sup>2</sup> (m)
TTG-1304	43,299	43,299	0,000	0,000
1305	39,160	39,138	-0,022	0,001
BPN Siring	32,297	32,002	-0,295	0,087
PLNG	31,453	31,148	-0,305	0,093
$\Sigma$			-0,622	0,180
t-Hitung			-1,864	
Df			3	
Level Signifikan 10% (t-Tabel)			1,638	

Tabel 4.7 Hasil Uji *t-Student* Antara Pengukuran Kala 2&3

BM	Tinggi Kala 2 (m)	Tinggi Kala 3 (m)	d (m)	d <sup>2</sup> (m)
TTG-1304	43,299	43,299	0,000	0,000
1305	39,138	39,149	0,011	0,000
BPN Siring	32,002	32,266	0,264	0,070
PLNG	31,148	31,413	0,265	0,070
$\Sigma$			0,540	0,140
t-Hitung			1,805	
Df			3	
Level Signifikan 10% (t-Tabel)			1,638	

Tabel 4.8 Hasil Uji *t-Student* Antara Pengukuran Kala 1&3

BM	Tinggi Kala 1 (m)	Tinggi Kala 3 (m)	d (m)	d <sup>2</sup> (m)
TTG-1304	43,299	43,299	0,000	0,000
1305	39,160	39,149	-0,011	0,000
BPN Siring	32,297	32,266	-0,031	0,001
PLNG	31,453	31,413	-0,040	0,002
$\Sigma$			-0,082	0,003
t-Hitung			-2,275	
Df			3	
Level Signifikan 10% (t-Tabel)			1,638	

Berdasarkan hasil uji statistik *t-Student* yang telah dilakukan terlihat bahwa pada pengujian untuk pengukuran kala 1&2 terjadi perubahan ketinggian pada level signifikan ( $\alpha$ ) 10%, pada uji statistik *t-Student* yang kedua untuk pengukuran kala 2&3 juga terjadi perubahan pada level signifikan ( $\alpha$ ) 10%, dan begitu juga pada uji statistik *t-Student* yang ketiga untuk pengukuran kala 1&3 juga terjadi perubahan pada level signifikan ( $\alpha$ ) 10%.

#### 4.2.3 Analisa Perubahan Tinggi

Berdasarkan hasil pengolahan data yang telah dilakukan, dapat dilihat bahwa terjadi perubahan ketinggian pada *benchmark* (BM) yang diukur dengan menggunakan alat waterpass. Berikut perubahan yang terjadi.

Tabel 4.9 Perubahan Ketinggian BM Selama 2 Bulan Pengamatan

BM	Perubahan (m)		
	1 ke 2	1 ke 3	2 ke 3
TTG-1304	0,000	0,000	0,000
TTG-1305	-0,022	-0,011	0,011
BPN Siring	-0,295	-0,031	0,264
PLNG	-0,305	-0,040	0,265

Dari tabel 4.9 dapat dilihat bahwa terjadi perubahan ketinggian pada setiap kala pengukuran, dimana perubahan yang terjadi pada setiap titik berbeda-beda. Perubahan yang terjadi pada perbandingan kala 1 dan kala 3 menunjukkan terjadinya *land subsidence* yaitu terjadinya penurunan ketinggian pada semua titik BM yang diamati. Penurunan yang terjadi bervariasi, pada BM 1305 terjadi penurunan sebesar 2,2 cm, pada BM BPN Siring terjadi penurunan sebesar 29,5 cm, dan pada BM PLNG terjadi penurunan yang paling besar yaitu 30,5 cm. Pada perbandingan pengukuran kala 1 dan 3 juga menunjukkan penurunan, namun tidak terlalu signifikan. Pada BM 1305 terjadi penurunan sebesar 1,1 cm, pada BM BPN Siring juga terjadi penurunan sebesar 3,1 cm, dan pada BM PLNG juga mengalami hal yang sama yaitu penurunan sebesar 4 cm. Dan perbandingan pengukuran kala 2 dan 3 menunjukkan kenaikan pada semua titik BM yang diamati. Pada BM 1305 mengalami kenaikan sebesar 1,1 cm, pada BM BPN Siring mengalami kenaikan sebesar 26,4 cm, dan pada BM PLNG juga mengalami kenaikan sebesar 26,5 cm. Dari 3 kali perbandingan yang dilakukan dapat dilihat terjadinya perubahan ketinggian pada semua BM, namun besaran perubahannya tidak sama. Dari 3 kala pengukuran yang dilakukan dapat dikatakan bahwa telah terjadi perubahan ketinggian pada semua BM yang diamati. Akan tetapi hasil ini hanya didapat dari 3 periode pengukuran, untuk mendapatkan hasil yang lebih

maksimal terkait perubahan ketinggian yang terjadi dapat dilakukan pengukuran lebih dari 3 kali, misalnya dilakukan pengukuran selama 1 tahun atau lebih.

Perubahan tinggi muka tanah yang terjadi ini juga sejalan dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan pada bulan Maret – Mei 2014 dalam Pribadi (2014) dan Rochman (2014), namun dalam penelitian tersebut metode yang digunakan berbeda. Dalam Pribadi (2014) pengamatan dilakukan dengan menggunakan data satelit *Global Positioning System (GPS)*, sedangkan dalam Rochman (2014) menggunakan data satelit *Global Positioning System (GPS)* dan VLF-EM. Keduanya menunjukkan perubahan muka tanah yang berbeda-beda, berikut merupakan data perubahan muka tanah yang diwakili oleh BM yang juga digunakan oleh pengukuran sebelumnya.

Tabel 4.10 Data GPS Ketinggian BM Maret - Mei 2014 (Pribadi, 2014)

BM	Elevasi		
	Kala 1	Kala 2	Kala 3
1304	43,258	43,299	43,262
1305	38,992	39,024	39,049
BPN Siring	-	-	-
PLNG	31,408	31,348	31,306

Tabel 4.11 Data GPS Ketinggian BM Maret-Mei 2014 (Rochman, 2014)

BM	Elevasi		
	Kala 1	Kala 2	Kala 3
1304	44,66	44,635	44,606
1305	40,387	40,381	39,786
BPN Siring	32,926	32,786	32,912
PLNG	-	-	-

Pada data ketinggian Maret - Mei 2014 (Pribadi, 2014) data untuk BM BPN Siring kosong dikarenakan pada penelitian tersebut BM BPN Siring tidak digunakan, begitu juga pada data ketinggian Maret-Mei 2014 (Rochman, 2014) data BM PLNG tidak ada dikarenakan penelitian tersebut tidak menggunakan BM PLNG.

Dari kedua penelitian terdahulu terlihat bahwa telah terjadi perubahan tinggi muka tanah walaupun dengan menggunakan metode yang berbeda yaitu dengan menggunakan data GPS dan data VLF-EM. Namun dalam hal ini yang dapat dititik beratkan adalah besaran dari perubahan tinggi muka tanah yang terjadi. Jika dibandingkan dengan penelitian ini yang dilakukan dari bulan Mei-Juni 2014 maka perbedaannya sangat besar. Berikut merupakan data ketinggian akhir dari pengukuran waterpass.

Tabel 4.12 Data Waterpass Ketinggian BM Mei-Juni 2014

<b>BM</b>	<b>Elevasi</b>		
	<b>Kala 1</b>	<b>Kala 2</b>	<b>Kala 3</b>
1304	43,299	43,299	43,299
1305	39,16	39,138	39,149
BPN Siring	32,297	32,002	32,266
PLNG	31,453	31,148	31,413

Banyak hal yang menyebabkan perbedaan perubahan ketinggian yang terjadi. Pertama dari datum yang digunakan, metode menggunakan GPS menggunakan datum ellipsoid sedangkan metode dengan menggunakan alat waterpass menggunakan datum geoid. Yang kedua dari titik referensi yang digunakan, dengan metode menggunakan GPS referensi yang digunakan yaitu titik CORS ITS Surabaya sedangkan dengan metode pengukuran sipat datar referensi yang digunakan merupakan titik TTG-1304 yang terletak di Japan dimana dalam pengukuran GPS titik ini mengalami perubahan selama 3



bulan pengamatan. Dan yang ketiga faktor yang menyebabkan perbedaan perubahan tinggi muka tanah yang terjadi adalah waktu pengamatan yang tidak sama.

#### 4.2.4 Penyebab Perubahan Muka Tanah

Faktor adanya Patahan Watukosek dan Lumpur Sidoarjo diduga menjadi penyebab terjadinya perubahan tinggi muka tanah yang terjadi di lokasi penelitian. Namun dengan kontroversi yang masih mengemuka terkait perihal letak pasti Patahan Watukosek dan sangat sedikitnya data yang digunakan dalam hal ini data yang digunakan hanya data pengukuran waterpass, sangat sulit untuk mengetahui penyebab terjadinya perubahan tinggi muka tanah di sekitar patahan Watukosek. Untuk mengetahui penyebab pastinya dibutuhkan data pendukung lain seperti data volume lumpur di Lumpur Sidoarjo selama masa penelitian, data kepadatan jalan raya sekitar penelitian mengingat daerah penelitian juga merupakan kawasan yang cukup padat aktifitas jalan rayanya, data perubahan geologi yang terjadi selama 2 bulan masa penelitian, dan juga data pengambilan air tanah oleh warga sekitar. Karena menurut Whittaker and Reddish (1989) dalam Bimantara (2012) salah satu penyebab penurunan muka tanah secara umum adalah pengambilan air tanah (*groundwater extraction*), dimana pengambilan air tanah secara besar-besaran yang melebihi kemampuan pengambilannya akan mengakibatkan berkurangnya jumlah air tanah pada suatu lapisan akuifer. Hilangnya air tanah mengakibatkan terjadinya kekosongan pori-pori tanah sehingga tekanan hidrostatik di bawah permukaan tanah berkurang sebesar hilangnya air tanah tersebut, selanjutnya akan terjadi pemampatan lapisan akuifer. Oleh sebab itu data – data pendukung tersebut sangat penting untuk mengetahui penyebab pasti dari perubahan muka tanah yang terjadi di sekitar patahan Watukosek.

***“Halaman ini sengaja dikosongkan”***

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Kesimpulan yang dapat diperoleh dari tugas akhir ini antara lain adalah sebagai berikut :

1. Telah terjadi perubahan tinggi muka tanah pada kawasan Patahan Watukosek berdasarkan pada titik-titik BM yang diamati, dari 3 perbandingan yang dilakukan menunjukkan semua BM mengalami perubahan ketinggian. Besar perubahan yang terjadi selama 2 bulan pengukuran (Mei-Juni 2014) bervariasi, perubahan tinggi muka tanah paling besar terjadi pada BM PLNG pada perbandingan 1&2 dengan perubahan sebesar -0,305 m (terjadi *land subsidence*) dan perubahan yang paling kecil terjadi pada BM TTG-1305 pada perbandingan 1&3 dan 2&3, dimana pada perbandingan 1&3 mengalami perubahan sebesar -0,011 m (*land subsidence*) dan pada perbandingan 2&3 sebesar 0,011 m (*uplift*).
2. Penyebab perubahan tinggi muka tanah selama pengukuran belum dapat dipastikan karena data yang digunakan hanya data pengukuran sipat datar, dibutuhkan data pendukung lain seperti data volume lumpur Lumpur Sidoarjo selama pengamatan, data kepadatan jalan raya, data perubahan struktur geologi, dan data pengambilan air tanah.

#### **5.2 Saran**



Saran yang dapat diberikan untuk pengembangan tugas akhir ini antara lain adalah sebagai berikut :


1. Diperlukan data tambahan untuk menganalisis perubahan yang terjadi pada BM yang diamati seperti data penggunaan air oleh masyarakat sekitar, data kepadatan jalan disekitar titik BM, data perubahan struktur geologi, dan data volume lumpur pada saat melakukan penelitian.
2. Untuk mendapatkan data yang lebih akurat, perlu dilakukan pengukuran secara berkelanjutan (*continue*). Dalam hal ini

pengukuran tidak hanya dilakukan dalam 3 kala, melainkan harus lebih misalnya selama 1 tahun dengan rentang waktu 1 bulan. Hal ini dapat memberikan data yang lebih akurat dalam melakukan analisa apakah perubahan yang terjadi selalu mengalami penurunan, kenaikan, atau bervariasi.

## LAMPIRAN

### Lampiran A : Keadaan BM Pengukuran

 	
Deskripsi	
Nama	: TTG-1304 (Base)
Letak	: Japanan
Kondisi	: Terletak $\pm$ 5 meter dari jalan namun cukup aman, kondisinya masih cukup bagus namun cat sudah terkelupas.

	
Deskripsi	
Nama	: TTG-1305
Letak	: PU Pengairan
Kondisi	: Masih sangat terawat, tidak ada bagian yang rusak atau hancur.



#### Deskripsi

Nama : BPN Siring

Letak : Siring Barat

Kondisi : Masih cukup bagus, namun tempat BM ini berada kini jadi tempat untuk membuang sampah warga sekitar



#### Deskripsi

Nama : PLNG

Letak : Pertigaan Tol Porong

Kondisi : Cukup bagus walaupun ada bagian yang hancur, namun keberadaan BM ini tertutupi oleh rumput liar yang tumbuh sangat lebat disekitarnya

## LAMPIRAN

### Lampiran B : Dokumentasi Pengukuran



Pengambilan data kala 1 di BM TTG-1304



Selesai pengambilan data kala 1



Perencanaan di lapangan pengukuran kala 2



Selesai pengukuran kala 2 hari ke 2



Suasana pengambilan data kala 3



Selesai pengambilan data kala 3



Lampiran C : Data Pengukuran Waterpass

Kala 1

No. Alat Ukur : WILD NAK 2 436745

Tanggal : 1-3 Mei 2014

Lokasi : Porong, Sidoarjo

Kondisi : Cerah Berawan

Posisi Alat	Tititik Bidik	Stand 1				Tititik Bidik	Stand 2				Jarak Optis Rata - Rata	Beda Tinggi (Δh)		Jarak Optis Rata2	Kesalahan	Elevasi (m)	Keterangan
		BT	BA	BB	Jarak Optis (m)		BT	BA	BB	Jarak Optis (m)		Stand 1	Stand 2				
STA 1	BM 1304	1,008	1,300	0,715	58,5	TB 1	1,795	2,085	1,505	58,0	58,250	-0,755	0,757	115,850	0,0000198744	43,299	
	TB 1	1,763	2,050	1,475	57,5	BM 1304	1,038	1,328	0,748	58,0	57,750						
	BM 1304	1,008	1,298	0,718	58,0	TB 1	1,798	2,083	1,508	57,5	57,750	-0,755	0,760				
	TB 1	1,763	2,053	1,473	58,0	BM 1304	1,038	1,328	0,745	58,3	58,150						
	BM 1304	1,005	1,295	0,715	58,0	TB 1	1,795	2,083	1,508	57,5	57,750	-0,757	0,753				
	TB 1	1,762	2,050	1,473	57,7	BM 1304	1,042	1,333	0,748	58,5	58,100						
STA 2	TB 1	1,165	1,468	0,860	60,8	TB 2	1,377	1,702	1,050	65,2	63,000	-0,190	0,192	125,900	0,0000215985	42,352	
	TB 2	1,355	1,680	1,028	65,2	TB 1	1,185	1,490	0,880	61,0	63,100						
	TB 1	1,167	1,470	0,863	60,7	TB 2	1,376	1,702	1,050	65,2	62,950	-0,188	0,190				
	TB 2	1,355	1,680	1,028	65,2	TB 1	1,186	1,490	0,882	60,8	63,000						
	TB 1	1,165	1,468	0,862	60,6	TB 2	1,376	1,702	1,050	65,2	62,900	-0,190	0,189				
	TB 2	1,355	1,680	1,028	65,2	TB 1	1,187	1,492	0,882	61,0	63,100						
STA 3	TB 2	0,382	0,703	0,060	64,3	TB 3	2,068	2,365	1,770	59,5	61,900	-1,638	1,640	123,550	0,0000211954	40,714	
	TB 3	2,020	2,315	1,723	59,2	TB 2	0,428	0,755	0,105	65,0	62,100						
	TB 2	0,380	0,703	0,058	64,5	TB 3	2,067	2,362	1,768	59,4	61,950	-1,638	1,637				
	TB 3	2,018	2,315	1,723	59,2	TB 2	0,430	0,750	0,110	64,0	61,600						
	TB 2	0,380	0,703	0,060	64,3	TB 3	2,068	2,365	1,770	59,5	61,900	-1,638	1,640				
	TB 3	2,018	2,315	1,720	59,5	TB 2	0,428	0,750	0,105	64,5	62,000						
STA 4	TB 3	1,420	1,760	1,078	68,2	TB 4	2,075	2,430	1,720	71,0	69,600	-0,643	0,647	139,100	0,0000238630	40,068	
	TB 4	2,063	2,415	1,705	71,0	TB 3	1,428	1,770	1,085	68,5	69,750						
	TB 3	1,419	1,762	1,078	68,4	TB 4	2,075	2,428	1,722	70,6	69,500	-0,646	0,645				

	TB 4	2,065	2,418	1,708	71,0	TB 3	1,430	1,770	1,088	68,2	69,600						
	TB 3	1,420	1,762	1,080	68,2	TB 4	2,075	2,430	1,720	71,0	69,600	-0,642	0,647				
	TB 4	2,062	2,418	1,705	71,3	TB 3	1,428	1,770	1,085	68,5	69,900						
STA 5	TB 4	1,419	1,765	1,075	69,0	TB 5	1,798	2,128	1,465	66,3	67,650	-0,363	0,364	136,000	0,0000233312	39,706	
	TB 5	1,782	2,115	1,445	67,0	TB 4	1,434	1,778	1,088	69,0	68,000						
	TB 4	1,417	1,762	1,070	69,2	TB 5	1,795	2,130	1,460	67,0	68,100	-0,366	0,362				
	TB 5	1,783	2,118	1,448	67,0	TB 4	1,433	1,780	1,090	69,0	68,000						
	TB 4	1,420	1,763	1,073	69,0	TB 5	1,798	2,130	1,463	66,7	67,850	-0,362	0,368				
	TB 5	1,782	2,115	1,445	67,0	TB 4	1,430	1,778	1,085	69,3	68,150						
STA 6	TB 5	1,443	1,745	1,140	60,5	TB 6	1,533	1,865	1,205	66,0	63,250	-0,057	0,058	126,750	0,0000217444	39,649	
	TB 6	1,500	1,830	1,170	66,0	TB 5	1,475	1,778	1,168	61,0	63,500						
	TB 5	1,445	1,748	1,138	61,0	TB 6	1,533	1,862	1,202	66,0	63,500	-0,055	0,058				
	TB 6	1,500	1,830	1,170	66,0	TB 5	1,475	1,780	1,168	61,2	63,600						
	TB 5	1,443	1,748	1,140	60,8	TB 6	1,533	1,865	1,205	66,0	63,400	-0,057	0,058				
	TB 6	1,500	1,828	1,168	66,0	TB 5	1,475	1,780	1,170	61,0	63,500						
STA 7	TB 6	1,270	1,605	0,935	67,0	TB 7	1,670	2,003	1,340	66,3	66,650	-0,444	0,443	133,000	0,0000228166	39,205	
	TB 7	1,714	2,043	1,385	65,8	TB 6	1,227	1,562	0,892	67,0	66,400						
	TB 6	1,272	1,603	0,938	66,5	TB 7	1,670	2,003	1,340	66,3	66,400	-0,441	0,440				
	TB 7	1,713	2,045	1,383	66,2	TB 6	1,230	1,565	0,895	67,0	66,600						
	TB 6	1,270	1,608	0,935	67,3	TB 7	1,672	2,005	1,343	66,2	66,750	-0,445	0,444				
	TB 7	1,715	2,045	1,383	66,2	TB 6	1,228	1,565	0,895	67,0	66,600						
STA 8	TB 7	1,385	1,718	1,055	66,3	TB 8	1,758	2,088	1,428	66,0	66,150	-0,247	0,248	132,250	0,0000226879	38,958	
	TB 8	1,632	1,960	1,300	66,0	TB 7	1,510	1,840	1,180	66,0	66,000						
	TB 7	1,390	1,720	1,058	66,2	TB 8	1,760	2,090	1,428	66,2	66,200	-0,242	0,247				
	TB 8	1,632	1,962	1,302	66,0	TB 7	1,513	1,843	1,183	66,0	66,000						
	TB 7	1,388	1,718	1,058	66,0	TB 8	1,760	2,090	1,430	66,0	66,000	-0,245	0,248				
	TB 8	1,633	1,965	1,305	66,0	TB 7	1,512	1,843	1,180	66,3	66,150						

STA 9	TB 8	1,295	1,575	1,015	56,0	TB 9	1,780	2,063	1,500	56,3	56,150	-0,438	0,435	112,750	0,0000193426	38,520	
	TB 9	1,733	2,015	1,450	56,5	TB 8	1,345	1,625	1,063	56,2	56,350						
	TB 8	1,293	1,573	1,013	56,0	TB 9	1,780	2,063	1,498	56,5	56,250	-0,442	0,437				
	TB 9	1,735	2,018	1,450	56,8	TB 8	1,343	1,625	1,060	56,5	56,650						
	TB 8	1,293	1,575	1,013	56,2	TB 9	1,780	2,060	1,500	56,0	56,100	-0,442	0,435				
	TB 9	1,735	2,018	1,453	56,5	TB 8	1,345	1,623	1,063	56,0	56,250						
STA 10	TB 9	1,508	1,770	1,245	52,5	TB 10	1,673	1,948	1,400	54,8	53,650	-0,124	0,125	107,100	0,0000183733	38,396	
	TB 10	1,632	1,905	1,360	54,5	TB 9	1,548	1,813	1,283	53,0	53,750						
	TB 9	1,508	1,770	1,243	52,7	TB 10	1,672	1,945	1,398	54,7	53,700	-0,123	0,124				
	TB 10	1,631	1,905	1,360	54,5	TB 9	1,548	1,810	1,285	52,5	53,500						
	TB 9	1,510	1,773	1,245	52,8	TB 10	1,670	1,943	1,398	54,5	53,650	-0,120	0,122				
	TB 10	1,630	1,905	1,358	54,7	TB 9	1,548	1,813	1,285	52,8	53,750						
STA 11	TB 10	1,462	1,732	1,192	54,0	TB 11	1,760	2,035	1,485	55,0	54,500	-0,268	0,267	108,950	0,0000186907	38,128	
	TB 11	1,730	2,005	1,455	55,0	TB 10	1,493	1,765	1,225	54,0	54,500						
	TB 10	1,463	1,735	1,193	54,2	TB 11	1,763	2,035	1,488	54,7	54,450	-0,265	0,268				
	TB 11	1,728	2,003	1,455	54,8	TB 10	1,495	1,765	1,223	54,2	54,500						
	TB 10	1,463	1,730	1,193	53,7	TB 11	1,763	2,038	1,488	55,0	54,350	-0,265	0,268				
	TB 11	1,728	2,005	1,455	55,0	TB 10	1,495	1,765	1,225	54,0	54,500						
STA 12	TB 11	1,383	1,645	1,120	52,5	TB 12	1,490	1,760	1,223	53,7	53,100	-0,140	0,135	106,750	0,0000183133	37,990	
	TB 12	1,523	1,790	1,253	53,7	TB 11	1,355	1,620	1,090	53,0	53,350						
	TB 11	1,385	1,648	1,123	52,5	TB 12	1,493	1,763	1,223	54,0	53,250	-0,138	0,138				
	TB 12	1,523	1,793	1,250	54,3	TB 11	1,355	1,620	1,093	52,7	53,500						
	TB 11	1,383	1,645	1,123	52,2	TB 12	1,490	1,760	1,220	54,0	53,100	-0,137	0,132				
	TB 12	1,520	1,788	1,250	53,8	TB 11	1,358	1,623	1,090	53,3	53,550						
STA 13	TB 12	1,330	1,625	1,035	59,0	TB 13	1,838	2,093	1,580	51,3	55,150	-0,478	0,475	109,650	0,0000188108	37,513	
	TB 13	1,808	2,063	1,550	51,3	TB 12	1,363	1,655	1,068	58,7	55,000						
	TB 12	1,328	1,623	1,035	58,8	TB 13	1,835	2,090	1,583	50,7	54,750	-0,480	0,472				

	TB 13	1,808	2,065	1,550	51,5	TB 12	1,363	1,658	1,068	59,0	55,250						
	TB 12	1,328	1,623	1,035	58,8	TB 13	1,840	2,093	1,583	51,0	54,900	-0,477	0,476				
	TB 13	1,805	2,063	1,553	51,0	TB 12	1,364	1,655	1,070	58,5	54,750						
STA 14	TB 13	1,523	1,795	1,253	54,2	TB 14	1,578	1,858	1,300	55,8	55,000	-0,037	0,035	110,000	0,0000188708	37,478	
	TB 14	1,560	1,840	1,280	56,0	TB 13	1,543	1,813	1,270	54,3	55,150						
	TB 13	1,525	1,798	1,253	54,5	TB 14	1,578	1,855	1,300	55,5	55,000	-0,035	0,035				
	TB 14	1,560	1,838	1,283	55,5	TB 13	1,543	1,815	1,270	54,5	55,000						
	TB 13	1,525	1,798	1,255	54,3	TB 14	1,578	1,855	1,300	55,5	54,900	-0,033	0,038				
	TB 14	1,558	1,838	1,280	55,8	TB 13	1,540	1,813	1,268	54,5	55,150						
STA 15	TB 14	1,588	1,905	1,270	63,5	TB 15	1,760	2,090	1,433	65,7	64,600	-0,145	0,142	129,150	0,0000221561	37,333	
	TB 15	1,733	2,063	1,405	65,8	TB 14	1,618	1,935	1,300	63,5	64,650						
	TB 14	1,590	1,910	1,273	63,7	TB 15	1,763	2,090	1,430	66,0	64,850	-0,140	0,143				
	TB 15	1,730	2,060	1,403	65,7	TB 14	1,620	1,933	1,303	63,0	64,350						
	TB 14	1,593	1,910	1,275	63,5	TB 15	1,763	2,090	1,433	65,7	64,600	-0,137	0,145				
	TB 15	1,730	2,060	1,403	65,7	TB 14	1,618	1,933	1,300	63,3	64,500						
STA 16	TB 15	1,618	1,933	1,303	63,0	TB 16	1,950	2,270	1,630	64,0	63,500	-0,445	0,442	126,850	0,0000217615	36,888	
	TB 16	2,063	2,383	1,743	64,0	TB 15	1,508	1,823	1,190	63,3	63,650						
	TB 15	1,620	1,933	1,305	62,8	TB 16	1,953	2,278	1,630	64,8	63,800	-0,443	0,448				
	TB 16	2,063	2,385	1,745	64,0	TB 15	1,505	1,823	1,190	63,3	63,650						
	TB 15	1,620	1,933	1,303	63,0	TB 16	1,953	2,270	1,630	64,0	63,500	-0,443	0,445				
	TB 16	2,063	2,383	1,743	64,0	TB 15	1,508	1,820	1,193	62,7	63,350						
STA 17 (plus ke BM BPN, lihat form)	TB 16	1,663	1,975	1,355	62,0	TB 17	1,473	1,850	1,095	75,5	68,750	0,288	-0,290	137,200	0,0000235371	37,178	
	TB 17	1,375	1,753	0,995	75,8	TB 16	1,763	2,070	1,453	61,7	68,750						
	TB 16	1,663	1,970	1,353	61,7	TB 17	1,475	1,853	1,095	75,8	68,750	0,289	-0,288				
	TB 17	1,374	1,750	0,995	75,5	TB 16	1,763	2,070	1,453	61,7	68,600						
	TB 16	1,663	1,970	1,353	61,7	TB 17	1,473	1,853	1,095	75,8	68,750	0,290	-0,290				
	TB 17	1,373	1,750	0,998	75,2	TB 16	1,763	2,070	1,453	61,7	68,450						

STA 18	TB 17	0,845	1,170	0,523	64,7	TB 18	1,225	1,640	0,812	82,8	73,750	-0,413	0,412	147,700	0,0000253384	36,765	
	TB 18	1,258	1,670	0,845	82,5	TB 17	0,813	1,142	0,488	65,4	73,950						
	TB 17	0,843	1,170	0,520	65,0	TB 18	1,225	1,639	0,813	82,6	73,800	-0,415	0,412				
	TB 18	1,258	1,668	0,848	82,0	TB 17	0,813	1,140	0,490	65,0	73,500						
	TB 17	0,848	1,173	0,523	65,0	TB 18	1,228	1,643	0,815	82,8	73,900	-0,410	0,416				
	TB 18	1,258	1,670	0,845	82,5	TB 17	0,812	1,140	0,488	65,2	73,850						
STA 19 (+ titik bantu 19B, 19C utk cek pengukuran selanjutnya, lihat form)	TB 18	1,180	1,465	0,895	57,0	TB 19	1,470	1,738	1,203	53,5	55,250	-0,243	0,242	110,000	0,0000188708	36,522	
	TB 19	1,423	1,688	1,158	53,0	TB 18	1,228	1,510	0,945	56,5	54,750						
	TB 18	1,182	1,465	0,898	56,7	TB 19	1,472	1,738	1,205	53,3	55,000	-0,241	0,244				
	TB 19	1,423	1,690	1,158	53,2	TB 18	1,228	1,512	0,943	56,9	55,050						
	TB 18	1,182	1,465	0,898	56,7	TB 19	1,470	1,738	1,202	53,6	55,150	-0,241	0,245				
	TB 19	1,423	1,690	1,155	53,5	TB 18	1,225	1,510	0,943	56,7	55,100						
STA 20 (+ titik bantu pengecekan, lihat form)	TB 19	1,005	1,280	0,730	55,0	TB 20	1,665	1,888	1,442	44,6	49,800	-0,588	0,587	99,900	0,0000171382	35,936	
	TB 20	1,593	1,820	1,370	45,0	TB 19	1,078	1,352	0,802	55,0	50,000						
	TB 19	1,007	1,280	0,728	55,2	TB 20	1,665	1,888	1,442	44,6	49,900	-0,586	0,585				
	TB 20	1,593	1,818	1,368	45,0	TB 19	1,080	1,353	0,803	55,0	50,000						
	TB 19	1,005	1,280	0,728	55,2	TB 20	1,665	1,888	1,442	44,6	49,900	-0,588	0,586				
	TB 20	1,593	1,818	1,368	45,0	TB 19	1,079	1,353	0,803	55,0	50,000						
STA 21	TB 20	1,423	1,718	1,128	59,0	TB 21	1,670	1,942	1,400	54,2	56,600	-0,209	0,207	113,300	0,0000194370	35,729	
	TB 21	1,632	1,904	1,360	54,4	TB 20	1,463	1,758	1,168	59,0	56,700						
	TB 20	1,424	1,719	1,129	59,0	TB 21	1,671	1,942	1,400	54,2	56,600	-0,207	0,208				
	TB 21	1,631	1,903	1,360	54,3	TB 20	1,463	1,758	1,168	59,0	56,650						
	TB 20	1,423	1,719	1,129	59,0	TB 21	1,671	1,942	1,400	54,2	56,600	-0,209	0,206				
	TB 21	1,632	1,903	1,360	54,3	TB 20	1,465	1,759	1,169	59,0	56,650						
STA 22	TB 21	1,463	1,778	1,148	63,0	TB 22	1,469	1,804	1,135	66,9	64,950	0,085	-0,086	129,450	0,0000222075	35,814	
	TB 22	1,378	1,710	1,045	66,5	TB 21	1,555	1,869	1,240	62,9	64,700						
	TB 21	1,462	1,777	1,148	62,9	TB 22	1,469	1,803	1,136	66,7	64,800	0,085	-0,086				

	TB 22	1,377	1,710	1,045	66,5	TB 21	1,555	1,868	1,240	62,8	64,650						
	TB 21	1,462	1,778	1,148	63,0	TB 22	1,468	1,802	1,138	66,4	64,700	0,084	-0,087				
	TB 22	1,378	1,710	1,044	66,6	TB 21	1,555	1,869	1,240	62,9	64,750						
STA 23	TB 22	1,675	1,998	1,355	64,3	TB 23	1,680	1,968	1,389	57,9	61,100	-0,073	0,072	121,950	0,0000209209	35,743	
	TB 23	1,748	2,035	1,459	57,6	TB 22	1,608	1,928	1,288	64,0	60,800						
	TB 22	1,676	1,999	1,355	64,4	TB 23	1,679	1,968	1,389	57,9	61,150	-0,071	0,071				
	TB 23	1,747	2,034	1,459	57,5	TB 22	1,608	1,929	1,288	64,1	60,800						
	TB 22	1,677	1,999	1,356	64,3	TB 23	1,679	1,967	1,389	57,8	61,050	-0,071	0,070				
	TB 23	1,748	2,034	1,458	57,6	TB 22	1,609	1,929	1,288	64,1	60,850						
STA 24	TB 23	1,463	1,772	1,153	61,9	TB 24	1,132	1,372	0,892	48,0	54,950	0,248	-0,248	109,950	0,0000188623	35,991	
	TB 24	1,215	1,455	0,975	48,0	TB 23	1,380	1,690	1,070	62,0	55,000						
	TB 23	1,464	1,772	1,153	61,9	TB 24	1,132	1,371	0,892	47,9	54,900	0,249	-0,248				
	TB 24	1,215	1,454	0,975	47,9	TB 23	1,380	1,689	1,069	62,0	54,950						
	TB 23	1,462	1,771	1,152	61,9	TB 24	1,132	1,372	0,892	48,0	54,950	0,247	-0,249				
	TB 24	1,215	1,455	0,975	48,0	TB 23	1,381	1,690	1,070	62,0	55,000						
STA 25	TB 24	2,312	2,460	2,165	29,5	TB 25	0,201	0,308	0,092	21,6	25,550	2,133	-2,131	51,150	0,0000087749	38,125	
	TB 25	0,179	0,287	0,070	21,7	TB 24	2,332	2,482	2,185	29,7	25,700						
	TB 24	2,312	2,460	2,165	29,5	TB 25	0,201	0,308	0,092	21,6	25,550	2,133	-2,131				
	TB 25	0,179	0,287	0,070	21,7	TB 24	2,332	2,480	2,185	29,5	25,600						
	TB 24	2,312	2,460	2,165	29,5	TB 25	0,201	0,308	0,093	21,5	25,500	2,133	-2,131				
	TB 25	0,179	0,287	0,070	21,7	TB 24	2,332	2,480	2,185	29,5	25,600						
STA 26	TB 25	1,935	2,037	1,832	20,5	TB 26	0,478	0,625	0,329	29,6	25,050	1,564	-1,564	50,150	0,0000086034	39,689	
	TB 26	0,371	0,520	0,223	29,7	TB 25	2,042	2,145	1,940	20,5	25,100						
	TB 25	1,935	2,038	1,832	20,6	TB 26	0,479	0,627	0,329	29,8	25,200	1,564	-1,563				
	TB 26	0,371	0,521	0,224	29,7	TB 25	2,042	2,145	1,939	20,6	25,150						
	TB 25	1,935	2,037	1,832	20,5	TB 26	0,478	0,625	0,329	29,6	25,050	1,564	-1,564				
	TB 26	0,371	0,520	0,223	29,7	TB 25	2,042	2,144	1,940	20,4	25,050						

STA 27 (Ujung jembatan)	TB 26	0,522	0,564	0,482	8,2	BM 1305	1,060	1,800	0,320	148,0	78,100	-0,528	0,531	156,900	0,0000269167	39,161	Titik yang sama
	BM 1305	1,050	1,790	0,310	148,0	TB 26	0,529	0,575	0,482	9,3	78,650						
	TB 26	0,523	0,563	0,482	8,1	BM 1305	1,059	1,802	0,318	148,4	78,250	-0,527	0,530				
	BM 1305	1,050	1,790	0,310	148,0	TB 26	0,529	0,575	0,483	9,2	78,600						
	TB 26	0,522	0,563	0,482	8,1	BM 1305	1,061	1,800	0,320	148,0	78,050	-0,528	0,533				
	BM 1305	1,050	1,790	0,310	148,0	TB 26	0,528	0,575	0,484	9,1	78,550						
STA 27B (Tengah jembatan)	TB 26	1,765	2,140	1,390	75,0	BM 1305	2,275	2,640	1,910	73,0	74,000	-0,530	0,530	149,000	0,0000255614	39,159	
	BM 1305	2,295	2,665	1,925	74,0	TB 26	1,745	2,125	1,365	76,0	75,000						
	TB 26	1,764	2,142	1,388	75,4	BM 1305	2,277	2,642	1,912	73,0	74,200	-0,530	0,532				
	BM 1305	2,294	2,668	1,922	74,6	TB 26	1,745	2,125	1,365	76,0	75,300						
	TB 26	1,766	2,139	1,390	74,9	BM 1305	2,275	2,640	1,910	73,0	73,950	-0,528	0,530				
	BM 1305	2,294	2,665	1,922	74,3	TB 26	1,745	2,125	1,365	76,0	75,150						
STA 28	BM 1305	1,580	1,710	1,450	26,0	TB 27	2,740	2,858	2,623	23,5	24,750	-1,225	1,225	49,400	0,0000084747	37,934	
	TB 27	2,805	2,921	2,688	23,3	BM 1305	1,515	1,646	1,386	26,0	24,650						
	BM 1305	1,581	1,710	1,451	25,9	TB 27	2,740	2,858	2,622	23,6	24,750	-1,223	1,226				
	TB 27	2,804	2,922	2,688	23,4	BM 1305	1,514	1,645	1,384	26,1	24,750						
	BM 1305	1,580	1,710	1,450	26,0	TB 27	2,741	2,858	2,624	23,4	24,700	-1,225	1,226				
	TB 27	2,805	2,922	2,688	23,4	BM 1305	1,515	1,645	1,385	26,0	24,700						
STA 29	TB 27	0,221	0,354	0,087	26,7	TB 28	2,408	2,530	2,285	24,5	25,600	-2,131	2,129	51,250	0,0000087921	35,803	
	TB 28	2,352	2,476	2,230	24,6	TB 27	0,279	0,412	0,145	26,7	25,650						
	TB 27	0,220	0,353	0,087	26,6	TB 28	2,409	2,530	2,285	24,5	25,550	-2,132	2,130				
	TB 28	2,352	2,476	2,229	24,7	TB 27	0,279	0,412	0,145	26,7	25,700						
	TB 27	0,221	0,354	0,088	26,6	TB 28	2,409	2,530	2,286	24,4	25,500	-2,132	2,130				
	TB 28	2,353	2,477	2,230	24,7	TB 27	0,279	0,412	0,145	26,7	25,700						
STA 30	TB 28	0,501	0,620	0,384	23,6	TB 29	2,100	2,425	1,775	65,0	44,300	-1,488	1,488	87,300	0,0000149766	34,315	
	TB 29	1,989	2,308	1,670	63,8	TB 28	0,612	0,724	0,502	22,2	43,000						
	TB 28	0,502	0,620	0,384	23,6	TB 29	2,100	2,425	1,775	65,0	44,300	-1,486	1,488				

	TB 29	1,988	2,308	1,669	63,9	TB 28	0,612	0,723	0,501	22,2	43,050						
	TB 28	0,502	0,620	0,384	23,6	TB 29	2,100	2,425	1,775	65,0	44,300	-1,487	1,488				
	TB 29	1,989	2,308	1,670	63,8	TB 28	0,612	0,723	0,501	22,2	43,000						
STA 31 (+ titik bantu utk pengecekan pengukuran pengukur besok, lihat form)	TB 29	1,660	1,940	1,380	56,0	TB 30	1,350	1,608	1,090	51,8	53,900	0,249	-0,250	107,800	0,0000184934	34,565	
	TB 30	1,411	1,670	1,152	51,8	TB 29	1,600	1,880	1,320	56,0	53,900						
	TB 29	1,660	1,940	1,380	56,0	TB 30	1,350	1,608	1,090	51,8	53,900	0,249	-0,251				
	TB 30	1,411	1,670	1,153	51,7	TB 29	1,601	1,881	1,321	56,0	53,850						
	TB 29	1,660	1,940	1,380	56,0	TB 30	1,349	1,609	1,090	51,9	53,950	0,250	-0,252				
	TB 30	1,410	1,670	1,152	51,8	TB 29	1,601	1,880	1,320	56,0	53,900						
STA 32	TB 30	1,148	1,482	0,814	66,8	TB 31	1,335	1,640	1,030	61,0	63,900	-0,134	0,137	127,650	0,0000218987	34,431	
	TB 31	1,282	1,585	0,980	60,5	TB 30	1,198	1,530	0,865	66,5	63,500						
	TB 30	1,149	1,482	0,812	67,0	TB 31	1,334	1,642	1,030	61,2	64,100	-0,135	0,134				
	TB 31	1,284	1,588	0,980	60,8	TB 30	1,200	1,532	0,865	66,7	63,750						
	TB 30	1,148	1,482	0,812	67,0	TB 31	1,334	1,640	1,032	60,8	63,900	-0,137	0,136				
	TB 31	1,285	1,588	0,980	60,8	TB 30	1,198	1,532	0,862	67,0	63,900						
STA 33	TB 31	1,560	1,875	1,245	63,0	TB 32	1,728	2,050	1,405	64,5	63,750	-0,085	0,083	127,150	0,0000218130	34,349	
	TB 32	1,645	1,970	1,320	65,0	TB 31	1,645	1,960	1,330	63,0	64,000						
	TB 31	1,560	1,872	1,248	62,4	TB 32	1,728	2,048	1,405	64,3	63,350	-0,085	0,082				
	TB 32	1,645	1,968	1,322	64,6	TB 31	1,646	1,962	1,332	63,0	63,800						
	TB 31	1,562	1,875	1,248	62,7	TB 32	1,730	2,048	1,408	64,0	63,350	-0,082	0,082				
	TB 32	1,644	1,968	1,320	64,8	TB 31	1,648	1,960	1,332	62,8	63,800						
STA 34	TB 32	1,243	1,565	0,920	64,5	TB 33	1,150	1,432	0,868	56,4	60,450	-0,042	0,042	121,550	0,0000208523	34,309	
	TB 33	1,285	1,568	1,002	56,6	TB 32	1,108	1,432	0,782	65,0	60,800						
	TB 32	1,245	1,568	0,920	64,8	TB 33	1,148	1,430	0,868	56,2	60,500	-0,040	0,040				
	TB 33	1,285	1,570	1,002	56,8	TB 32	1,108	1,435	0,782	65,3	61,050						
	TB 32	1,242	1,565	0,918	64,7	TB 33	1,152	1,432	0,870	56,2	60,450	-0,044	0,044				
	TB 33	1,286	1,568	1,000	56,8	TB 32	1,108	1,432	0,782	65,0	60,900						



STA 35	TB 33	0,855	1,188	0,525	66,3	TB 34	1,463	1,748	1,178	57,0	61,650	-0,600	0,600	123,550	0,0000211954	33,709	
	TB 34	1,455	1,743	1,170	57,3	TB 33	0,863	1,195	0,530	66,5	61,900						
	TB 33	0,858	1,188	0,525	66,3	TB 34	1,463	1,748	1,180	56,8	61,550	-0,597	0,600				
	TB 34	1,455	1,743	1,170	57,3	TB 33	0,863	1,198	0,528	67,0	62,150						
	TB 33	0,855	1,188	0,525	66,3	TB 34	1,463	1,748	1,178	57,0	61,650	-0,600	0,600				
	TB 34	1,455	1,740	1,170	57,0	TB 33	0,863	1,195	0,528	66,7	61,850						
STA 36	TB 34	1,670	1,960	1,380	58,0	TB 35	1,270	1,608	0,933	67,5	62,750	0,435	-0,433	125,500	0,0000215299	34,142	
	TB 35	1,235	1,573	0,900	67,3	TB 34	1,703	1,995	1,413	58,2	62,750						
	TB 34	1,668	1,958	1,380	57,8	TB 35	1,273	1,608	0,935	67,3	62,550	0,433	-0,430				
	TB 35	1,235	1,573	0,898	67,5	TB 34	1,703	1,993	1,410	58,3	62,900						
	TB 34	1,668	1,960	1,378	58,2	TB 35	1,270	1,608	0,935	67,3	62,750	0,433	-0,433				
	TB 35	1,235	1,573	0,898	67,5	TB 34	1,703	1,995	1,413	58,2	62,850						
STA 37	TB 35	1,790	2,093	1,488	60,5	TB 36	1,598	1,938	1,255	68,3	64,400	0,207	-0,212	128,800	0,0000220960	34,355	
	TB 36	1,583	1,923	1,240	68,3	TB 35	1,810	2,113	1,505	60,8	64,550						
	TB 35	1,793	2,095	1,488	60,7	TB 36	1,598	1,940	1,258	68,2	64,450	0,213	-0,210				
	TB 36	1,580	1,923	1,240	68,3	TB 35	1,808	2,110	1,505	60,5	64,400						
	TB 35	1,793	2,095	1,490	60,5	TB 36	1,598	1,938	1,258	68,0	64,250	0,213	-0,212				
	TB 36	1,580	1,923	1,240	68,3	TB 35	1,810	2,113	1,505	60,8	64,550						
STA 38	TB 36	1,435	1,688	1,178	51,0	TB 37	1,763	2,035	1,490	54,5	52,750	-0,308	0,310	105,600	0,0000181160	34,047	
	TB 37	1,743	2,015	1,470	54,5	TB 36	1,453	1,708	1,198	51,0	52,750						
	TB 36	1,435	1,690	1,180	51,0	TB 37	1,763	2,035	1,488	54,7	52,850	-0,308	0,310				
	TB 37	1,743	2,015	1,468	54,7	TB 36	1,453	1,708	1,200	50,8	52,750						
	TB 36	1,435	1,690	1,182	50,8	TB 37	1,764	2,035	1,490	54,5	52,650	-0,308	0,311				
	TB 37	1,743	2,015	1,470	54,5	TB 36	1,453	1,710	1,198	51,2	52,850						
STA 39	TB 37	1,870	2,205	1,538	66,7	TB 38	1,940	2,268	1,613	65,5	66,100	-0,050	0,047	132,000	0,0000226450	34,000	
	TB 38	1,920	2,245	1,593	65,2	TB 37	1,893	2,225	1,560	66,5	65,850						
	TB 37	1,873	2,205	1,540	66,5	TB 38	1,940	2,265	1,613	65,2	65,850	-0,047	0,045				

	TB 38	1,920	2,248	1,593	65,5	TB 37	1,895	2,228	1,560	66,8	66,150						
	TB 37	1,870	2,203	1,538	66,5	TB 38	1,940	2,268	1,613	65,5	66,000	-0,048	0,047				
	TB 38	1,918	2,245	1,593	65,2	TB 37	1,893	2,225	1,563	66,2	65,700						
STA 40	TB 38	1,293	1,685	0,898	78,7	TB 39	1,658	2,038	1,283	75,5	77,100	-0,330	0,335	153,550	0,0000263420	33,665	
	TB 39	1,623	2,000	1,248	75,2	TB 38	1,323	1,718	0,928	79,0	77,100						
	TB 38	1,293	1,685	0,900	78,5	TB 39	1,658	2,030	1,283	74,7	76,600	-0,330	0,335				
	TB 39	1,623	2,000	1,250	75,0	TB 38	1,323	1,715	0,928	78,7	76,850						
	TB 38	1,290	1,683	0,898	78,5	TB 39	1,658	2,033	1,283	75,0	76,750	-0,335	0,335				
	TB 39	1,625	1,998	1,250	74,8	TB 38	1,323	1,718	0,930	78,8	76,800						
STA 41	TB 39	1,763	2,105	1,420	68,5	TB 40	1,868	2,223	1,513	71,0	69,750	-0,080	0,080	139,650	0,0000239574	33,585	
	TB 40	1,843	2,198	1,485	71,3	TB 39	1,788	2,130	1,445	68,5	69,900						
	TB 39	1,763	2,105	1,418	68,7	TB 40	1,865	2,220	1,510	71,0	69,850	-0,080	0,077				
	TB 40	1,843	2,198	1,485	71,3	TB 39	1,788	2,128	1,445	68,3	69,800						
	TB 39	1,765	2,108	1,420	68,8	TB 40	1,865	2,223	1,508	71,5	70,150	-0,075	0,077				
	TB 40	1,840	2,195	1,485	71,0	TB 39	1,788	2,130	1,445	68,5	69,750						
STA 42	TB 40	0,833	1,193	0,470	72,3	TB 41	1,708	2,065	1,353	71,2	71,750	-0,847	0,850	143,250	0,0000245750	32,735	
	TB 41	1,680	2,035	1,325	71,0	TB 40	0,858	1,218	0,495	72,3	71,650						
	TB 40	0,830	1,190	0,470	72,0	TB 41	1,710	2,065	1,355	71,0	71,500	-0,850	0,852				
	TB 41	1,680	2,033	1,323	71,0	TB 40	0,858	1,220	0,495	72,5	71,750						
	TB 40	0,833	1,195	0,470	72,5	TB 41	1,710	2,063	1,353	71,0	71,750	-0,849	0,852				
	TB 41	1,682	2,035	1,325	71,0	TB 40	0,858	1,218	0,498	72,0	71,500						
STA 43	TB 41	1,440	1,790	1,088	70,2	TB 42	1,655	2,010	1,300	71,0	70,600	-0,185	0,185	141,250	0,0000242319	32,550	
	TB 42	1,625	1,980	1,270	71,0	TB 41	1,470	1,823	1,120	70,3	70,650						
	TB 41	1,440	1,790	1,088	70,2	TB 42	1,655	2,008	1,300	70,8	70,500	-0,183	0,187				
	TB 42	1,623	1,980	1,268	71,2	TB 41	1,468	1,820	1,120	70,0	70,600						
	TB 41	1,438	1,790	1,085	70,5	TB 42	1,656	2,010	1,300	71,0	70,750	-0,185	0,186				
	TB 42	1,623	1,978	1,268	71,0	TB 41	1,470	1,823	1,120	70,3	70,650						

STA 44	TB 42	1,380	1,738	1,023	71,5	TB 43	1,548	1,893	1,200	69,3	70,400	-0,140	0,143	140,850	0,0000241632	32,408	
	TB 43	1,520	1,868	1,173	69,5	TB 42	1,405	1,765	1,048	71,7	70,600						
	TB 42	1,380	1,740	1,020	72,0	TB 43	1,548	1,895	1,203	69,2	70,600	-0,142	0,143				
	TB 43	1,522	1,865	1,175	69,0	TB 42	1,405	1,763	1,048	71,5	70,250						
	TB 42	1,380	1,740	1,023	71,7	TB 43	1,550	1,895	1,203	69,2	70,450	-0,143	0,142				
	TB 43	1,523	1,868	1,175	69,3	TB 42	1,408	1,765	1,050	71,5	70,400						
STA 45	TB 43	1,482	1,640	1,322	31,8	TB 44	1,575	1,743	1,408	33,5	32,650	-0,111	0,110	65,550	0,0000112453	32,297	
	BM BPN Siring	1,593	1,763	1,425	33,8	TB 43	1,465	1,623	1,303	32,0	32,900						
	TB 43	1,482	1,642	1,322	32,0	TB 44	1,575	1,743	1,409	33,4	32,700	-0,111	0,112				
	BM BPN Siring	1,593	1,760	1,425	33,5	TB 43	1,463	1,625	1,303	32,2	32,850						
	TB 43	1,482	1,640	1,322	31,8	TB 44	1,575	1,742	1,408	33,4	32,600	-0,111	0,112				
	BM BPN Siring	1,593	1,760	1,425	33,5	TB 43	1,463	1,623	1,303	32,0	32,750						
STA 46	BM BPN Siring	1,086	1,428	0,745	68,3	TB 45	1,575	1,933	1,218	71,5	69,900	-0,444	0,444	139,800	0,0000239831	31,853	
	TB 45	1,530	1,888	1,173	71,5	TB 44	1,131	1,473	0,790	68,3	69,900						
	BM BPN Siring	1,086	1,428	0,745	68,3	TB 45	1,575	1,933	1,218	71,5	69,900	-0,444	0,445				
	TB 45	1,530	1,890	1,170	72,0	TB 44	1,130	1,473	0,788	68,5	70,250						
	BM BPN Siring	1,088	1,428	0,748	68,0	TB 45	1,578	1,933	1,220	71,3	69,650	-0,445	0,446				
	TB 45	1,533	1,890	1,173	71,7	TB 44	1,132	1,473	0,793	68,0	69,850						
STA 47	TB 45	1,315	1,680	0,950	73,0	TB 46	1,088	1,450	0,728	72,2	72,600	0,232	-0,235	145,050	0,0000248838	32,088	
	TB 46	1,083	1,443	0,722	72,1	TB 45	1,323	1,685	0,960	72,5	72,300						
	TB 45	1,318	1,682	0,950	73,2	TB 46	1,088	1,448	0,728	72,0	72,600	0,235	-0,232				
	TB 46	1,083	1,445	0,723	72,2	TB 45	1,320	1,685	0,958	72,7	72,450						
	TB 45	1,315	1,680	0,950	73,0	TB 46	1,088	1,450	0,728	72,2	72,600	0,235	-0,235				
	TB 46	1,080	1,443	0,720	72,3	TB 45	1,323	1,685	0,960	72,5	72,400						
STA 48	TB 46	0,823	1,175	0,468	70,7	TB 47	0,980	1,398	0,560	83,8	77,250	-0,105	0,107	154,500	0,0000265049	31,983	
	TB 47	0,928	1,348	0,505	84,3	TB 46	0,873	1,225	0,523	70,2	77,250						
	TB 46	0,823	1,175	0,470	70,5	TB 47	0,980	1,400	0,560	84,0	77,250	-0,105	0,107				

	TB 47	0,928	1,348	0,508	84,0	TB 46	0,873	1,225	0,520	70,5	77,250						
	TB 46	0,823	1,178	0,468	71,0	TB 47	0,980	1,400	0,560	84,0	77,500	-0,105	0,109				
	TB 47	0,928	1,350	0,505	84,5	TB 46	0,871	1,225	0,520	70,5	77,500						
STA 49	TB 47	0,890	1,235	0,548	68,7	BM PLNG	1,451	1,883	1,023	86,0	77,350	-0,530	0,528	154,750	0,0000265478	31,453	
	BM PLNG	1,420	1,850	0,990	86,0	TB 47	0,923	1,268	0,580	68,8	77,400						
	TB 47	0,892	1,235	0,548	68,7	BM PLNG	1,450	1,883	1,020	86,3	77,500	-0,530	0,527				
	BM PLNG	1,422	1,853	0,988	86,5	TB 47	0,923	1,265	0,580	68,5	77,500						
	TB 47	0,890	1,233	0,548	68,5	BM PLNG	1,450	1,880	1,020	86,0	77,250	-0,533	0,527				
	BM PLNG	1,423	1,853	0,990	86,3	TB 47	0,923	1,268	0,580	68,8	77,550						
												-12,375	12,376	5829,100	0,0010000000		
ΣΔh :												0,001					



	TB 3	1,080	1,421	0,737	68,4	TB 4	1,815	2,182	1,448	73,4	70,900	-0,717	0,715				
	TB 4	1,797	2,160	1,430	73,0	TB 3	1,100	1,441	0,758	68,3	70,650						
STA 5	TB 4	1,280	1,575	0,982	59,3	TB 5	1,497	1,760	1,232	52,8	56,050	-0,191	0,194	111,600	0,0001503701	39,769	
	TB 5	1,471	1,735	1,210	52,5	TB 4	1,303	1,598	1,007	59,1	55,800						
	TB 4	1,280	1,575	0,983	59,2	TB 5	1,498	1,761	1,237	52,4	55,800	-0,192	0,195				
	TB 5	1,472	1,738	1,210	52,8	TB 4	1,303	1,600	1,009	59,1	55,950						
	TB 4	1,275	1,570	0,983	58,7	TB 5	1,499	1,761	1,237	52,4	55,550	-0,197	0,196				
	TB 5	1,472	1,738	1,209	52,9	TB 4	1,303	1,600	1,008	59,2	56,050						
STA 6	TB 5	1,221	1,568	0,872	69,6	TB 6	1,524	1,872	1,175	69,7	69,650	-0,267	0,269	139,400	0,0001878279	39,500	
	TB 6	1,488	1,840	1,140	70,0	TB 5	1,255	1,601	0,907	69,4	69,700						
	TB 5	1,221	1,568	0,870	69,8	TB 6	1,527	1,872	1,180	69,2	69,500	-0,269	0,274				
	TB 6	1,490	1,841	1,142	69,9	TB 5	1,253	1,600	0,905	69,5	69,700						
	TB 5	1,221	1,568	0,870	69,8	TB 6	1,527	1,875	1,180	69,5	69,650	-0,272	0,271				
	TB 6	1,493	1,842	1,143	69,9	TB 5	1,256	1,601	0,908	69,3	69,600						
STA 7	TB 6	1,203	1,553	0,853	70,0	TB 7	1,463	1,847	1,082	76,5	73,250	-0,335	0,326	146,100	0,0001968555	39,175	
	TB 7	1,538	1,908	1,151	75,7	TB 6	1,137	1,487	0,787	70,0	72,850						
	TB 6	1,203	1,553	0,853	70,0	TB 7	1,461	1,840	1,082	75,8	72,900	-0,332	0,322				
	TB 7	1,535	1,908	1,158	75,0	TB 6	1,139	1,488	0,787	70,1	72,550						
	TB 6	1,203	1,554	0,852	70,2	TB 7	1,462	1,840	1,082	75,8	73,000	-0,325	0,323				
	TB 7	1,528	1,905	1,150	75,5	TB 6	1,139	1,488	0,787	70,1	72,800						
STA 8	TB 7	1,404	1,743	1,066	67,7	TB 8	1,750	2,105	1,393	71,2	69,450	-0,370	0,366	139,650	0,0001881648	38,806	
	TB 8	1,774	2,135	1,410	72,5	TB 7	1,384	1,722	1,049	67,3	69,900						
	TB 7	1,403	1,744	1,065	67,9	TB 8	1,752	2,115	1,395	72,0	69,950	-0,369	0,367				
	TB 8	1,772	2,133	1,410	72,3	TB 7	1,385	1,721	1,049	67,2	69,750						
	TB 7	1,402	1,742	1,066	67,6	TB 8	1,753	2,115	1,394	72,1	69,850	-0,372	0,369				
	TB 8	1,774	2,135	1,410	72,5	TB 7	1,384	1,720	1,050	67,0	69,750						
STA 9	TB 8	1,132	1,470	0,795	67,5	TB 9	1,560	1,890	1,230	66,0	66,750	-0,393	0,395	132,950	0,0001791372	38,412	
	TB 9	1,525	1,852	1,198	65,4	TB 8	1,165	1,505	0,825	68,0	66,700						
	TB 8	1,130	1,470	0,790	68,0	TB 9	1,559	1,885	1,230	65,5	66,750	-0,395	0,395				

	TB 9	1,525	1,850	1,200	65,0	TB 8	1,164	1,501	0,827	67,4	66,200						
	TB 8	1,130	1,470	0,790	68,0	TB 9	1,559	1,885	1,230	65,5	66,750	-0,395	0,394				
	TB 9	1,525	1,850	1,200	65,0	TB 8	1,165	1,501	0,825	67,6	66,300						
STA 10	TB 9	1,380	1,725	1,035	69,0	TB 10	1,611	1,960	1,265	69,5	69,250	-0,270	0,271	139,400	0,0001878279	38,141	
	TB 10	1,650	2,000	1,300	70,0	TB 9	1,340	1,690	0,990	70,0	70,000						
	TB 9	1,380	1,725	1,035	69,0	TB 10	1,610	1,955	1,262	69,3	69,150	-0,270	0,267				
	TB 10	1,650	1,995	1,305	69,0	TB 9	1,343	1,685	0,995	69,0	69,000						
	TB 9	1,380	1,730	1,030	70,0	TB 10	1,612	1,960	1,265	69,5	69,750	-0,271	0,271				
	TB 10	1,651	2,000	1,302	69,8	TB 9	1,341	1,685	0,990	69,5	69,650						
STA 11	TB 10	1,322	1,680	0,965	71,5	TB 11	1,568	1,870	1,265	60,5	66,000	-0,213	0,211	132,500	0,0001785308	37,928	
	TB 11	1,535	1,840	1,230	61,0	TB 10	1,357	1,715	1,000	71,5	66,250						
	TB 10	1,321	1,680	0,962	71,8	TB 11	1,570	1,875	1,265	61,0	66,400	-0,214	0,213				
	TB 11	1,535	1,840	1,230	61,0	TB 10	1,357	1,715	1,000	71,5	66,250						
	TB 10	1,322	1,680	0,965	71,5	TB 11	1,572	1,880	1,265	61,5	66,500	-0,213	0,212				
	TB 11	1,535	1,840	1,230	61,0	TB 10	1,360	1,720	1,000	72,0	66,500						
STA 12	TB 11	1,101	1,441	0,762	67,9	TB 12	1,496	1,827	1,163	66,4	67,150	-0,479	0,478	134,150	0,0001807540	37,449	
	TB 12	1,580	1,910	1,248	66,2	TB 11	1,018	1,355	0,678	67,7	66,950						
	TB 11	1,101	1,440	0,763	67,7	TB 12	1,496	1,828	1,163	66,5	67,100	-0,479	0,478				
	TB 12	1,580	1,910	1,246	66,4	TB 11	1,018	1,356	0,679	67,7	67,050						
	TB 11	1,101	1,440	0,762	67,8	TB 12	1,493	1,824	1,162	66,2	67,000	-0,480	0,475				
	TB 12	1,581	1,909	1,249	66,0	TB 11	1,018	1,356	0,679	67,7	66,850						
STA 13	TB 12	1,469	1,798	1,139	65,9	TB 13	1,289	1,608	0,970	63,8	64,850	0,063	-0,062	128,950	0,0001737475	37,510	
	TB 13	1,406	1,723	1,088	63,5	TB 12	1,351	1,680	1,023	65,7	64,600						
	TB 12	1,468	1,793	1,139	65,4	TB 13	1,290	1,608	0,976	63,2	64,300	0,062	-0,061				
	TB 13	1,406	1,722	1,089	63,3	TB 12	1,351	1,681	1,024	65,7	64,500						
	TB 12	1,468	1,797	1,140	65,7	TB 13	1,291	1,608	0,974	63,4	64,550	0,061	-0,060				
	TB 13	1,407	1,722	1,089	63,3	TB 12	1,351	1,681	1,023	65,8	64,550						
STA 14	TB 13	1,238	1,570	0,903	66,7	TB 14	1,426	1,749	1,107	64,2	65,450	-0,166	0,164	130,800	0,0001762402	37,348	
	TB 14	1,404	1,722	1,088	63,4	TB 13	1,262	1,592	0,929	66,3	64,850						

	TB 13	1,240	1,575	0,905	67,0	TB 14	1,427	1,748	1,103	64,5	65,750	-0,163	0,165				
	TB 14	1,403	1,722	1,088	63,4	TB 13	1,262	1,592	0,930	66,2	64,800						
	TB 13	1,240	1,576	0,904	67,2	TB 14	1,427	1,749	1,103	64,6	65,900	-0,163	0,163				
	TB 14	1,403	1,722	1,087	63,5	TB 13	1,264	1,594	0,931	66,3	64,900						
STA 15	TB 14	1,059	1,401	0,714	68,7	TB 15	1,237	1,561	0,910	65,1	66,900	-0,192	0,196	134,500	0,0001812256	37,156	
	TB 15	1,251	1,581	0,924	65,7	TB 14	1,041	1,388	0,691	69,7	67,700						
	TB 14	1,059	1,401	0,713	68,8	TB 15	1,237	1,561	0,910	65,1	66,950	-0,192	0,195				
	TB 15	1,251	1,580	0,924	65,6	TB 14	1,042	1,389	0,694	69,5	67,550						
	TB 14	1,059	1,401	0,715	68,6	TB 15	1,238	1,562	0,910	65,2	66,900	-0,192	0,196				
	TB 15	1,251	1,581	0,925	65,6	TB 14	1,042	1,389	0,693	69,6	67,600						
STA 16	TB 15	1,403	1,443	1,363	8,0	BM BPN	1,044	1,088	1,000	8,8	8,400	0,341	-0,340	16,500	0,0000222321	37,497	
	BM BPN	1,062	1,102	1,019	8,3	TB 15	1,384	1,424	1,345	7,9	8,100						
	TB 15	1,403	1,442	1,362	8,0	BM BPN	1,044	1,088	1,000	8,8	8,400	0,341	-0,344				
	BM BPN	1,062	1,101	1,019	8,2	TB 15	1,388	1,424	1,348	7,6	7,900						
	TB 15	1,404	1,442	1,363	7,9	BM BPN	1,044	1,088	1,000	8,8	8,350	0,342	-0,344				
	BM BPN	1,062	1,101	1,019	8,2	TB 15	1,388	1,426	1,349	7,7	7,950						
STA 17	BM BPN	0,936	1,077	0,796	28,1	TB 16	1,156	1,305	1,008	29,7	28,900	-0,263	0,261	58,000	0,0000781493	37,235	
	TB 16	1,199	1,348	1,049	29,9	BM BPN	0,895	1,036	0,754	28,2	29,050						
	BM BPN	0,937	1,078	0,796	28,2	TB 16	1,157	1,305	1,008	29,7	28,950	-0,261	0,262				
	TB 16	1,198	1,347	1,049	29,8	BM BPN	0,895	1,036	0,753	28,3	29,050						
	BM BPN	0,936	1,078	0,797	28,1	TB 16	1,157	1,305	1,008	29,7	28,900	-0,262	0,263				
	TB 16	1,198	1,347	1,048	29,9	BM BPN	0,894	1,036	0,753	28,3	29,100						
STA 18	TB 16	1,099	1,544	0,654	89,0	TB 17	1,745	2,200	1,290	91,0	90,000	-0,690	0,685	179,900	0,0002423977	36,545	
	TB 17	1,789	2,244	1,333	91,1	TB 16	1,060	1,503	0,618	88,5	89,800						
	TB 16	1,098	1,544	0,653	89,1	TB 17	1,745	2,200	1,290	91,0	90,050	-0,690	0,687				
	TB 17	1,788	2,244	1,333	91,1	TB 16	1,058	1,502	0,615	88,7	89,900						
	TB 16	1,099	1,544	0,653	89,1	TB 17	1,746	2,200	1,290	91,0	90,050	-0,691	0,688				
	TB 17	1,790	2,245	1,335	91,0	TB 16	1,058	1,502	0,615	88,7	89,850						
STA 19	TB 17	1,389	1,762	1,015	74,7	TB 18	1,864	2,260	1,468	79,2	76,950	-0,514	0,514	154,050	0,0002075673	36,031	



	TB 18	1,903	2,300	1,508	79,2	TB 17	1,350	1,725	0,975	75,0	77,100						
	TB 17	1,390	1,763	1,016	74,7	TB 18	1,865	2,260	1,468	79,2	76,950	-0,512	0,513				
	TB 18	1,902	2,299	1,506	79,3	TB 17	1,352	1,724	0,976	74,8	77,050						
	TB 17	1,390	1,763	1,016	74,7	TB 18	1,865	2,261	1,468	79,3	77,000	-0,512	0,515				
	TB 18	1,902	2,300	1,508	79,2	TB 17	1,350	1,724	0,976	74,8	77,000						
STA 20	TB 18	1,357	1,829	0,883	94,6	TB 19	1,578	1,953	1,200	75,3	84,950	-0,244	0,247	170,250	0,0002293953	35,787	
	TB 19	1,601	1,978	1,224	75,4	TB 18	1,331	1,808	0,858	95,0	85,200						
	TB 18	1,358	1,830	0,882	94,8	TB 19	1,575	1,953	1,199	75,4	85,100	-0,244	0,243				
	TB 19	1,602	1,978	1,225	75,3	TB 18	1,332	1,807	0,859	94,8	85,050						
	TB 18	1,358	1,829	0,883	94,6	TB 19	1,576	1,953	1,199	75,4	85,000	-0,244	0,244				
	TB 19	1,602	1,979	1,224	75,5	TB 18	1,332	1,808	0,858	95,0	85,250						
STA 21	TB 19	1,465	1,812	1,116	69,6	TB 20	1,168	1,590	0,745	84,5	77,050	0,246	-0,246	154,250	0,0002078368	36,034	
	TB 20	1,219	1,642	0,796	84,6	TB 19	1,414	1,763	1,065	69,8	77,200						
	TB 19	1,466	1,814	1,118	69,6	TB 20	1,169	1,589	0,746	84,3	76,950	0,245	-0,247				
	TB 20	1,221	1,642	0,797	84,5	TB 19	1,416	1,764	1,066	69,8	77,150						
	TB 19	1,465	1,812	1,117	69,5	TB 20	1,168	1,590	0,746	84,4	76,950	0,245	-0,248				
	TB 20	1,220	1,643	0,795	84,8	TB 19	1,416	1,764	1,067	69,7	77,250						
STA 22	TB 20	1,045	1,386	0,702	68,4	TB 21	1,232	1,578	0,888	69,0	68,700	-0,203	0,204	137,350	0,0001850657	35,831	
	TB 21	1,248	1,591	0,903	68,8	TB 20	1,028	1,370	0,685	68,5	68,650						
	TB 20	1,046	1,386	0,703	68,3	TB 21	1,233	1,578	0,888	69,0	68,650	-0,202	0,205				
	TB 21	1,248	1,590	0,902	68,8	TB 20	1,028	1,369	0,685	68,4	68,600						
	TB 20	1,046	1,386	0,702	68,4	TB 21	1,232	1,579	0,888	69,1	68,750	-0,203	0,204				
	TB 21	1,249	1,591	0,904	68,7	TB 20	1,028	1,369	0,686	68,3	68,500						
STA 23	TB 21	1,935	2,146	1,724	42,2	TB 22	0,284	0,404	0,162	24,2	33,200	1,683	-1,684	66,450	0,0000895349	37,514	
	TB 22	0,252	0,373	0,132	24,1	TB 21	1,968	2,179	1,755	42,4	33,250						
	TB 21	1,935	2,147	1,724	42,3	TB 22	0,283	0,403	0,162	24,1	33,200	1,682	-1,685				
	TB 22	0,253	0,373	0,132	24,1	TB 21	1,968	2,179	1,757	42,2	33,150						
	TB 21	1,935	2,146	1,724	42,2	TB 22	0,283	0,404	0,162	24,2	33,200	1,683	-1,686				
	TB 22	0,252	0,373	0,132	24,1	TB 21	1,969	2,180	1,758	42,2	33,150						

STA 24	TB 22	2,578	2,711	2,447	26,4	TB 23	0,287	0,484	0,089	39,5	32,950	2,306	-2,303	65,950	0,0000888612	39,818	Target yang Sama
	TB 23	0,272	0,468	0,074	39,4	TB 22	2,590	2,723	2,459	26,4	32,900						
	TB 22	2,577	2,712	2,446	26,6	TB 23	0,288	0,484	0,089	39,5	33,050	2,304	-2,301				
	TB 23	0,273	0,469	0,075	39,4	TB 22	2,589	2,722	2,458	26,4	32,900						
	TB 22	2,577	2,708	2,445	26,3	TB 23	0,287	0,484	0,089	39,5	32,900	2,304	-2,303				
	TB 23	0,273	0,469	0,075	39,4	TB 22	2,590	2,723	2,460	26,3	32,850						
STA 25 (Ujung Jembatan)	TB 23	0,514	0,571	0,456	11,5	BM 1305	1,227	1,964	0,488	147,6	79,550	-0,678	0,680	158,900	0,0002141023	39,138	
	BM 1305	1,192	1,928	0,460	146,8	TB 23	0,547	0,604	0,488	11,6	79,200						
	TB 23	0,514	0,572	0,457	11,5	BM 1305	1,226	1,965	0,490	147,5	79,500	-0,680	0,680				
	BM 1305	1,194	1,930	0,458	147,2	TB 23	0,546	0,604	0,488	11,6	79,400						
	TB 23	0,514	0,571	0,456	11,5	BM 1305	1,225	1,965	0,489	147,6	79,550	-0,681	0,678				
	BM 1305	1,195	1,928	0,458	147,0	TB 23	0,547	0,603	0,487	11,6	79,300						
STA 25 B (Tengah Jembatan)	TB 23	1,689	2,025	1,353	67,2	BM 1305	2,358	2,733	1,982	75,1	71,150	-0,676	0,675	142,600	0,0001921396	39,142	
	BM 1305	2,365	2,740	1,989	75,1	TB 23	1,683	2,020	1,344	67,6	71,350						
	TB 23	1,690	2,026	1,352	67,4	BM 1305	2,355	2,732	1,982	75,0	71,200	-0,675	0,673				
	BM 1305	2,365	2,741	1,990	75,1	TB 23	1,682	2,019	1,345	67,4	71,250						
	TB 23	1,689	2,027	1,353	67,4	BM 1305	2,358	2,732	1,981	75,1	71,250	-0,677	0,676				
	BM 1305	2,366	2,741	1,990	75,1	TB 23	1,682	2,019	1,344	67,5	71,300						
STA 26	BM 1305	1,654	1,781	1,526	25,5	TB 24	2,725	2,833	2,617	21,6	23,550	-1,090	1,087	47,100	0,0000634627	38,054	
	TB 24	2,744	2,852	2,636	21,6	BM 1305	1,638	1,766	1,511	25,5	23,550						
	BM 1305	1,657	1,781	1,530	25,1	TB 24	2,726	2,833	2,617	21,6	23,350	-1,086	1,088				
	TB 24	2,743	2,852	2,635	21,7	BM 1305	1,638	1,765	1,511	25,4	23,550						
	BM 1305	1,654	1,781	1,527	25,4	TB 24	2,726	2,834	2,618	21,6	23,500	-1,088	1,088				
	TB 24	2,742	2,851	2,634	21,7	BM 1305	1,638	1,765	1,510	25,5	23,600						
STA 27	TB 24	0,335	0,462	0,207	25,5	TB 25	2,756	2,888	2,624	26,4	25,950	-2,442	2,443	51,800	0,0000697954	35,612	
	TB 25	2,777	2,908	2,644	26,4	TB 24	0,313	0,439	0,186	25,3	25,850						
	TB 24	0,336	0,463	0,208	25,5	TB 25	2,755	2,888	2,623	26,5	26,000	-2,442	2,441				
	TB 25	2,778	2,910	2,645	26,5	TB 24	0,314	2,440	0,187	225,3	125,900						
	TB 24	0,335	0,463	0,208	25,5	TB 25	2,755	2,887	2,622	26,5	26,000	-2,442	2,441				



	TB 29	1,191	1,485	0,896	58,9	TB 30	1,580	1,933	1,227	70,6	64,750	-0,428	0,427				
	TB 30	1,619	1,971	1,264	70,7	TB 29	1,153	1,447	0,857	59,0	64,850						
STA 33	TB 30	1,400	1,780	1,020	76,0	TB 31	1,344	1,760	0,929	83,1	79,550	0,035	-0,037	159,250	0,0002145738	33,879	
	TB 31	1,365	1,780	0,950	83,0	TB 30	1,381	1,763	1,001	76,2	79,600						
	TB 30	1,400	1,780	1,019	76,1	TB 31	1,345	1,760	0,928	83,2	79,650	0,036	-0,035				
	TB 31	1,364	1,780	0,950	83,0	TB 30	1,380	1,762	1,000	76,2	79,600						
	TB 30	1,399	1,780	1,018	76,2	TB 31	1,345	1,760	0,928	83,2	79,700	0,034	-0,036				
	TB 31	1,365	1,780	0,950	83,0	TB 30	1,381	1,762	1,000	76,2	79,600						
STA 34	TB 31	1,750	2,121	1,380	74,1	TB 32	1,452	1,869	1,031	83,8	78,950	0,269	-0,270	157,950	0,0002128222	34,150	
	TB 32	1,481	1,901	1,065	83,6	TB 31	1,722	2,092	1,350	74,2	78,900						
	TB 31	1,751	2,121	1,380	74,1	TB 32	1,450	1,868	1,032	83,6	78,850	0,270	-0,271				
	TB 32	1,481	1,900	1,062	83,8	TB 31	1,721	2,091	1,350	74,1	78,950						
	TB 31	1,750	2,121	1,380	74,1	TB 32	1,450	1,868	1,032	83,6	78,850	0,269	-0,273				
	TB 32	1,481	1,900	1,062	83,8	TB 31	1,723	2,092	1,350	74,2	79,000						
STA 35	TB 32	1,459	1,784	1,131	65,3	TB 33	1,541	1,925	1,160	76,5	70,900	-0,116	0,117	141,950	0,0001912638	34,034	
	TB 33	1,575	1,960	1,190	77,0	TB 32	1,424	1,750	1,099	65,1	71,050						
	TB 32	1,458	1,784	1,130	65,4	TB 33	1,540	1,925	1,158	76,7	71,050	-0,116	0,117				
	TB 33	1,574	1,960	1,190	77,0	TB 32	1,423	1,750	1,099	65,1	71,050						
	TB 32	1,458	1,783	1,130	65,3	TB 33	1,542	1,926	1,159	76,7	71,000	-0,116	0,118				
	TB 33	1,574	1,960	1,191	76,9	TB 32	1,424	1,750	1,099	65,1	71,000						
STA 36	TB 33	1,821	2,208	1,434	77,4	TB 34	1,866	2,261	1,470	79,1	78,250	-0,107	0,102	156,850	0,0002113401	33,929	
	TB 34	1,928	2,322	1,530	79,2	TB 33	1,764	2,150	1,375	77,5	78,350						
	TB 33	1,820	2,207	1,432	77,5	TB 34	1,868	2,262	1,470	79,2	78,350	-0,105	0,105				
	TB 34	1,925	2,324	1,528	79,6	TB 33	1,763	2,149	1,375	77,4	78,500						
	TB 33	1,820	2,207	1,432	77,5	TB 34	1,867	2,263	1,470	79,3	78,400	-0,104	0,103				
	TB 34	1,924	2,320	1,528	79,2	TB 33	1,764	2,150	1,375	77,5	78,350						
STA 37	TB 34	1,304	1,681	0,925	75,6	TB 35	1,640	2,020	1,260	76,0	75,800	-0,361	0,361	151,600	0,0002042662	33,568	
	TB 35	1,665	2,045	1,284	76,1	TB 34	1,279	1,655	0,900	75,5	75,800						
	TB 34	1,302	1,681	0,925	75,6	TB 35	1,641	2,020	1,260	76,0	75,800	-0,363	0,363				

	TB 35	1,665	2,044	1,284	76,0	TB 34	1,278	1,655	0,900	75,5	75,750						
	TB 34	1,303	1,681	0,926	75,5	TB 35	1,640	2,020	1,260	76,0	75,750	-0,363	0,361				
	TB 35	1,666	2,046	1,284	76,2	TB 34	1,279	1,655	0,900	75,5	75,850						
STA 38	TB 35	1,929	2,301	1,558	74,3	TB 36	2,382	2,727	2,038	68,9	71,600	-0,486	0,487	143,350	0,0001931501	33,081	
	TB 36	2,415	2,760	2,070	69,0	TB 35	1,895	2,268	1,522	74,6	71,800						
	TB 35	1,928	2,301	1,559	74,2	TB 36	2,381	2,726	2,038	68,8	71,500	-0,488	0,487				
	TB 36	2,416	2,760	2,070	69,0	TB 35	1,894	2,268	1,522	74,6	71,800						
	TB 35	1,929	2,301	1,558	74,3	TB 36	2,381	2,725	2,037	68,8	71,550	-0,487	0,486				
	TB 36	2,416	2,760	2,070	69,0	TB 35	1,895	2,267	1,523	74,4	71,700						
STA 39	TB 36	0,900	1,267	0,535	73,2	TB 37	1,422	1,883	0,960	92,3	82,750	-0,571	0,573	165,600	0,0002231298	32,511	
	TB 37	1,471	1,935	1,010	92,5	TB 36	0,849	1,215	0,482	73,3	82,900						
	TB 36	0,901	1,267	0,535	73,2	TB 37	1,423	1,883	0,961	92,2	82,700	-0,571	0,574				
	TB 37	1,472	1,934	1,010	92,4	TB 36	0,849	1,214	0,481	73,3	82,850						
	TB 36	0,901	1,268	0,535	73,3	TB 37	1,422	1,883	0,960	92,3	82,800	-0,570	0,574				
	TB 37	1,471	1,935	1,010	92,5	TB 36	0,848	1,214	0,482	73,2	82,850						
STA 40	TB 37	1,381	1,737	1,028	70,9	TB 38	1,604	1,990	1,218	77,2	74,050	-0,257	0,255	148,250	0,0001997524	32,255	
	TB 38	1,638	2,025	1,250	77,5	TB 37	1,349	1,703	0,991	71,2	74,350						
	TB 37	1,382	1,738	1,027	71,1	TB 38	1,605	1,990	1,219	77,1	74,100	-0,256	0,257				
	TB 38	1,638	2,024	1,250	77,4	TB 37	1,348	1,702	0,991	71,1	74,250						
	TB 37	1,382	1,738	1,028	71,0	TB 38	1,604	1,990	1,219	77,1	74,050	-0,256	0,256				
	TB 38	1,638	2,025	1,251	77,4	TB 37	1,348	1,702	0,992	71,0	74,200						
STA 41	TB 38	1,325	1,700	0,949	75,1	BM BPN Siring	1,531	1,920	1,145	77,5	76,300	-0,244	0,243	152,550	0,0002055462	32,011	
	BM BPN Siring	1,569	1,955	1,181	77,4	TB 38	1,288	1,662	0,911	75,1	76,250						
	TB 38	1,325	1,700	0,949	75,1	BM BPN Siring	1,530	1,919	1,145	77,4	76,250	-0,244	0,242				
	BM BPN Siring	1,569	1,954	1,182	77,2	TB 38	1,288	1,662	0,911	75,1	76,150						
	TB 38	1,324	1,700	0,949	75,1	BM BPN Siring	1,531	1,919	1,147	77,2	76,150	-0,244	0,244				
	BM BPN Siring	1,568	1,958	1,182	77,6	TB 38	1,287	1,662	0,910	75,2	76,400						
STA 42	BM BPN Siring	1,099	1,367	0,829	53,8	TB 39	1,440	1,782	1,099	68,3	61,050	-0,380	0,380	122,350	0,0001648547	31,631	
	TB 39	1,479	1,820	1,134	68,6	BM BPN Siring	1,060	1,330	0,790	54,0	61,300						

	BM BPN Siring	1,098	1,368	0,829	53,9	TB 39	1,441	1,783	1,099	68,4	61,150	-0,382	0,380				
	TB 39	1,480	1,821	1,135	68,6	BM BPN Siring	1,061	1,330	0,790	54,0	61,300						
	BM BPN Siring	1,099	1,367	0,828	53,9	TB 39	1,441	1,783	1,099	68,4	61,150	-0,380	0,380				
	TB 39	1,479	1,821	1,135	68,6	BM BPN Siring	1,061	1,330	0,790	54,0	61,300						
STA 43	TB 39	1,337	1,712	0,960	75,2	TB 40	1,145	1,610	0,679	93,1	84,150	0,166	-0,165	168,550	0,0002271047	31,797	
	TB 40	1,171	1,634	0,704	93,0	TB 39	1,310	1,688	0,930	75,8	84,400						
	TB 39	1,338	1,713	0,959	75,4	TB 40	1,144	1,609	0,679	93,0	84,200	0,168	-0,165				
	TB 40	1,170	1,635	0,704	93,1	TB 39	1,309	1,689	0,930	75,9	84,500						
	TB 39	1,337	1,712	0,959	75,3	TB 40	1,144	1,609	0,679	93,0	84,150	0,168	-0,165				
	TB 40	1,169	1,635	0,704	93,1	TB 39	1,309	1,688	0,930	75,8	84,450						
STA 44	TB 40	0,883	1,168	0,602	56,6	TB 41	1,365	1,698	1,032	66,6	61,600	-0,521	0,524	123,050	0,0001657979	31,277	
	TB 41	1,404	1,734	1,072	66,2	TB 40	0,841	1,125	0,561	56,4	61,300						
	TB 40	0,884	1,167	0,602	56,5	TB 41	1,364	1,699	1,031	66,8	61,650	-0,519	0,523				
	TB 41	1,403	1,735	1,071	66,4	TB 40	0,841	1,125	0,561	56,4	61,400						
	TB 40	0,883	1,167	0,602	56,5	TB 41	1,365	1,699	1,031	66,8	61,650	-0,521	0,523				
	TB 41	1,404	1,735	1,072	66,3	TB 40	0,842	1,125	0,560	56,5	61,400						
STA 45	TB 41	1,419	1,594	1,242	35,2	TB 42	1,578	1,845	1,308	53,7	44,450	-0,210	0,213	89,100	0,0001200536	31,067	
	TB 42	1,629	1,899	1,360	53,9	TB 41	1,365	1,542	1,189	35,3	44,600						
	TB 41	1,419	1,594	1,242	35,2	TB 42	1,577	1,845	1,308	53,7	44,450	-0,210	0,211				
	TB 42	1,629	1,899	1,360	53,9	TB 41	1,366	1,542	1,189	35,3	44,600						
	TB 41	1,419	1,594	1,242	35,2	TB 42	1,576	1,845	1,307	53,8	44,500	-0,209	0,210				
	TB 42	1,628	1,899	1,360	53,9	TB 41	1,366	1,542	1,189	35,3	44,600						
STA 46	TB 42	1,463	1,708	1,218	49,0	BM PLNG	1,319	1,532	1,102	43,0	46,000	0,094	-0,091	92,100	0,0001240958	31,160	
	BM PLNG	1,369	1,584	1,152	43,2	TB 42	1,410	1,655	1,165	49,0	46,100						
	TB 42	1,464	1,709	1,219	49,0	BM PLNG	1,320	1,535	1,102	43,3	46,150	0,095	-0,089				
	BM PLNG	1,369	1,584	1,152	43,2	TB 42	1,409	1,655	1,165	49,0	46,100						
	TB 42	1,462	1,708	1,219	48,9	BM PLNG	1,317	1,531	1,100	43,1	46,000	0,093	-0,093				
	BM PLNG	1,369	1,583	1,151	43,2	TB 42	1,410	1,655	1,165	49,0	46,100						
												-12,147	12,155	5937,350	0,0080000000		

$\Sigma \Delta h :$	0,008				
---------------------	-------	--	--	--	--

Kala 3

No. Alat Ukur : WILD NAK 2 436745

Lokasi : Porong, Sidoarjo

Tanggal : 24-25 Juni 2014

Kondisi : Cerah Berawan

Posisi Alat	Tititk Bidik	Stand 1				Tititk Bidik	Stand 2				Jarak Optis Rata - Rata	Beda Tinggi (Δh)		Jarak Optis Rata2	Kesalahan	Elevasi (m)	Keterangan		
		BT	BA	BB	Jarak Optis (m)		BT	BA	BB	Jarak Optis (m)		Stand 1						Stand 2	
STA 1	BM 1304	1,305	1,495	1,115	38,0	TB 1	2,022	2,420	1,624	79,6	58,800	-0,788	0,790	117,750	-0,0001655231	43,299			
	TB 1	2,093	2,490	1,699	79,1	BM 1304	1,232	1,423	1,040	38,3	58,700								
	BM 1304	1,304	1,493	1,113	38,0	TB 1	2,022	2,421	1,624	79,7	58,850	-0,790	0,790						
	TB 1	2,094	2,491	1,699	79,2	BM 1304	1,232	1,423	1,041	38,2	58,700								
	BM 1304	1,303	1,496	1,113	38,3	TB 1	2,021	2,421	1,623	79,8	59,050	-0,792	0,790						
	TB 1	2,095	2,492	1,699	79,3	BM 1304	1,231	1,423	1,041	38,2	58,750								
STA 2	TB 1	1,284	1,622	0,949	67,3	TB 2	1,329	1,640	1,021	61,9	64,600	-0,105	0,102	129,200	-0,0001816185	42,404			
	TB 2	1,389	1,699	1,081	61,8	TB 1	1,227	1,563	0,889	67,4	64,600								
	TB 1	1,285	1,623	0,948	67,5	TB 2	1,330	1,638	1,021	61,7	64,600	-0,105	0,104						
	TB 2	1,390	1,699	1,082	61,7	TB 1	1,226	1,563	0,889	67,4	64,550								
	TB 1	1,285	1,623	0,948	67,5	TB 2	1,329	1,640	1,022	61,8	64,650	-0,105	0,103						
	TB 2	1,390	1,699	1,082	61,7	TB 1	1,226	1,563	0,889	67,4	64,550								
STA 3	TB 2	0,972	1,168	0,779	38,9	TB 3	2,334	2,590	2,078	51,2	45,050	-1,385	1,386	90,100	-0,0001266550	41,019			
	TB 3	2,357	2,614	2,100	51,4	TB 2	0,948	1,142	0,753	38,9	45,150								
	TB 2	0,973	1,168	0,780	38,8	TB 3	2,335	2,592	2,079	51,3	45,050	-1,383	1,387						
	TB 3	2,356	2,612	2,100	51,2	TB 2	0,948	1,142	0,753	38,9	45,050								
	TB 2	0,973	1,168	0,780	38,8	TB 3	2,335	2,592	2,079	51,3	45,050	-1,384	1,387						
	TB 3	2,357	2,614	2,100	51,4	TB 2	0,948	1,142	0,753	38,9	45,150								
STA 4	TB 3	1,201	1,541	0,862	67,9	TB 4	2,016	2,435	1,600	83,5	75,700	-0,860	0,856	151,450	-0,0002128957	40,160			
	TB 4	2,061	2,480	1,641	83,9	TB 3	1,160	1,499	0,822	67,7	75,800								
	TB 3	1,202	1,541	0,863	67,8	TB 4	2,017	2,435	1,600	83,5	75,650	-0,858	0,856						
	TB 4	2,060	2,479	1,642	83,7	TB 3	1,161	1,500	0,821	67,9	75,800								
	TB 3	1,201	1,541	0,862	67,9	TB 4	2,016	2,434	1,599	83,5	75,700	-0,860	0,855						



	TB 4	2,061	2,479	1,642	83,7	TB 3	1,161	1,500	0,821	67,9	75,800						
STA 5	TB 4	1,355	1,770	0,940	83,0	TB 5	1,727	2,003	1,453	55,0	69,000	-0,424	0,421	138,250	-0,0001943402	39,735	
	TB 5	1,779	2,055	1,502	55,3	TB 4	1,306	1,722	0,888	83,4	69,350						
	TB 4	1,355	1,770	0,940	83,0	TB 5	1,729	2,005	1,455	55,0	69,000	-0,425	0,424				
	TB 5	1,780	2,056	1,504	55,2	TB 4	1,305	1,721	0,888	83,3	69,250						
	TB 4	1,355	1,770	0,940	83,0	TB 5	1,729	2,004	1,454	55,0	69,000	-0,425	0,423				
	TB 5	1,780	2,055	1,504	55,1	TB 4	1,306	1,722	0,888	83,4	69,250						
STA 6	TB 5	1,427	1,815	1,042	77,3	TB 6	1,565	2,008	1,121	88,7	83,000	-0,169	0,167	166,300	-0,0002337706	39,568	
	TB 6	1,596	2,041	1,149	89,2	TB 5	1,398	1,785	1,010	77,5	83,350						
	TB 5	1,428	1,815	1,043	77,2	TB 6	1,564	2,008	1,121	88,7	82,950	-0,167	0,164				
	TB 6	1,595	2,041	1,149	89,2	TB 5	1,400	1,786	1,012	77,4	83,300						
	TB 5	1,428	1,815	1,042	77,3	TB 6	1,565	2,009	1,121	88,8	83,050	-0,168	0,166				
	TB 6	1,596	2,041	1,149	89,2	TB 5	1,399	1,786	1,012	77,4	83,300						
STA 7	TB 6	1,393	1,700	1,085	61,5	TB 7	1,708	1,950	1,465	48,5	55,000	-0,348	0,348	109,900	-0,0001544882	39,220	
	TB 7	1,741	1,984	1,500	48,4	TB 6	1,360	1,667	1,053	61,4	54,900						
	TB 6	1,393	1,700	1,085	61,5	TB 7	1,708	1,950	1,465	48,5	55,000	-0,349	0,347				
	TB 7	1,742	1,983	1,500	48,3	TB 6	1,361	1,668	1,052	61,6	54,950						
	TB 6	1,392	1,700	1,085	61,5	TB 7	1,707	1,949	1,465	48,4	54,950	-0,349	0,346				
	TB 7	1,741	1,980	1,499	48,1	TB 6	1,361	1,668	1,053	61,5	54,800						
STA 8	TB 7	1,442	1,688	1,193	49,5	TB 8	1,489	1,735	1,242	49,3	49,400	-0,077	0,076	98,900	-0,0001390253	39,145	
	TB 8	1,519	1,765	1,271	49,4	TB 7	1,413	1,661	1,166	49,5	49,450						
	TB 7	1,442	1,689	1,193	49,6	TB 8	1,489	1,735	1,242	49,3	49,450	-0,076	0,075				
	TB 8	1,518	1,764	1,271	49,3	TB 7	1,414	1,661	1,167	49,4	49,350						
	TB 7	1,443	1,691	1,194	49,7	TB 8	1,488	1,736	1,242	49,4	49,550	-0,075	0,075				
	TB 8	1,518	1,765	1,271	49,4	TB 7	1,413	1,662	1,167	49,5	49,450						
STA 9	TB 8	1,068	1,467	0,669	79,8	TB 9	1,642	1,981	1,303	67,8	73,800	-0,607	0,605	147,000	-0,0002066403	38,538	
	TB 9	1,675	2,011	1,339	67,2	TB 8	1,037	1,435	0,640	79,5	73,350						
	TB 8	1,069	1,466	0,670	79,6	TB 9	1,642	1,981	1,304	67,7	73,650	-0,606	0,604				
	TB 9	1,675	2,011	1,338	67,3	TB 8	1,038	1,435	0,641	79,4	73,350						

	TB 8	1,069	1,467	0,670	79,7	TB 9	1,643	1,981	1,303	67,8	73,750	-0,607	0,605				
	TB 9	1,676	2,012	1,339	67,3	TB 8	1,038	1,435	0,640	79,5	73,400						
STA 10	TB 9	1,450	1,800	1,100	70,0	TB 10	1,548	1,910	1,185	72,5	71,250	-0,114	0,115	142,350	-0,0002001037	38,424	
	TB 10	1,564	1,925	1,200	72,5	TB 9	1,433	1,783	1,082	70,1	71,300						
	TB 9	1,450	1,800	1,100	70,0	TB 10	1,548	1,909	1,185	72,4	71,200	-0,113	0,114				
	TB 10	1,563	1,925	1,201	72,4	TB 9	1,434	1,783	1,083	70,0	71,200						
	TB 9	1,450	1,800	1,100	70,0	TB 10	1,549	1,910	1,186	72,4	71,200	-0,114	0,115				
	TB 10	1,564	1,924	1,201	72,3	TB 9	1,434	1,783	1,083	70,0	71,150						
STA 11	TB 10	1,265	1,580	0,949	63,1	TB 11	1,552	1,907	1,200	70,7	66,900	-0,340	0,340	134,000	-0,0001883659	38,084	
	TB 11	1,605	1,960	1,250	71,0	TB 10	1,212	1,528	0,899	62,9	66,950						
	TB 10	1,264	1,580	0,949	63,1	TB 11	1,552	1,908	1,200	70,8	66,950	-0,340	0,340				
	TB 11	1,604	1,960	1,250	71,0	TB 10	1,212	1,529	0,898	63,1	67,050						
	TB 10	1,265	1,580	0,949	63,1	TB 11	1,551	1,907	1,200	70,7	66,900	-0,340	0,338				
	TB 11	1,605	1,960	1,250	71,0	TB 10	1,213	1,529	0,898	63,1	67,050						
STA 12	TB 11	1,385	1,710	1,060	65,0	TB 12	1,847	2,275	1,415	86,0	75,500	-0,490	0,493	151,700	-0,0002132471	37,592	
	TB 12	1,875	2,305	1,445	86,0	TB 11	1,354	1,680	1,028	65,2	75,600						
	TB 11	1,384	1,710	1,059	65,1	TB 12	1,846	2,278	1,412	86,6	75,850	-0,492	0,493				
	TB 12	1,876	2,307	1,445	86,2	TB 11	1,353	1,681	1,026	65,5	75,850						
	TB 11	1,385	1,710	1,059	65,1	TB 12	1,847	2,278	1,414	86,4	75,750	-0,490	0,495				
	TB 12	1,875	2,307	1,445	86,2	TB 11	1,352	1,680	1,026	65,4	75,800						
STA 13	TB 12	1,378	1,729	1,023	70,6	TB 13	1,312	1,760	0,864	89,6	80,100	0,034	-0,035	160,100	-0,0002250551	37,626	
	TB 13	1,344	1,789	0,899	89,0	TB 12	1,347	1,700	0,992	70,8	79,900						
	TB 12	1,377	1,729	1,023	70,6	TB 13	1,312	1,760	0,865	89,5	80,050	0,034	-0,034				
	TB 13	1,343	1,790	0,899	89,1	TB 12	1,346	1,700	0,991	70,9	80,000						
	TB 12	1,377	1,729	1,022	70,7	TB 13	1,312	1,760	0,865	89,5	80,100	0,033	-0,035				
	TB 13	1,344	1,790	0,899	89,1	TB 12	1,347	1,700	0,992	70,8	79,950						
STA 14	TB 13	1,172	1,553	0,790	76,3	TB 14	1,391	1,739	1,047	69,2	72,750	-0,250	0,245	145,350	-0,0002043208	37,375	
	TB 14	1,422	1,767	1,079	68,8	TB 13	1,146	1,526	0,762	76,4	72,600						
	TB 13	1,171	1,553	0,790	76,3	TB 14	1,391	1,738	1,048	69,0	72,650	-0,252	0,248				

	TB 14	1,423	1,769	1,080	68,9	TB 13	1,143	1,525	0,762	76,3	72,600						
	TB 13	1,173	1,555	0,790	76,5	TB 14	1,391	1,737	1,048	68,9	72,700	-0,251	0,247				
	TB 14	1,424	1,769	1,080	68,9	TB 13	1,144	1,527	0,763	76,4	72,650						
STA 15	TB 14	1,185	1,559	0,809	75,0	TB 15	1,451	1,780	1,123	65,7	70,350	-0,289	0,290	140,700	-0,0001977842	37,085	
	TB 15	1,474	1,803	1,148	65,5	TB 14	1,161	1,536	0,788	74,8	70,150						
	TB 14	1,184	1,560	0,809	75,1	TB 15	1,451	1,781	1,123	65,8	70,450	-0,291	0,289				
	TB 15	1,475	1,802	1,147	65,5	TB 14	1,162	1,536	0,786	75,0	70,250						
	TB 14	1,185	1,560	0,809	75,1	TB 15	1,450	1,780	1,122	65,8	70,450	-0,290	0,290				
	TB 15	1,475	1,802	1,148	65,4	TB 14	1,160	1,535	0,787	74,8	70,100						
STA 16	TB 15	1,541	1,568	1,514	5,4	BM BPN	1,066	1,101	1,031	7,0	6,200	0,413	-0,415	12,450	-0,0000175012	37,499	
	BM BPN	1,128	1,162	1,092	7,0	TB 15	1,481	1,508	1,453	5,5	6,250						
	TB 15	1,541	1,568	1,514	5,4	BM BPN	1,067	1,101	1,032	6,9	6,150	0,414	-0,414				
	BM BPN	1,127	1,162	1,092	7,0	TB 15	1,481	1,508	1,453	5,5	6,250						
	TB 15	1,541	1,568	1,514	5,4	BM BPN	1,067	1,101	1,032	6,9	6,150	0,414	-0,414				
	BM BPN	1,127	1,162	1,092	7,0	TB 15	1,481	1,508	1,453	5,5	6,250						
STA 17	BM BPN	0,979	1,121	0,838	28,3	TB 17	1,904	2,179	1,629	55,0	41,650	-0,969	0,971	83,350	-0,0001171664	36,529	
	TB 17	1,948	2,222	1,674	54,8	BM BPN	0,933	1,077	0,790	28,7	41,750						
	BM BPN	0,980	1,122	0,838	28,4	TB 17	1,903	2,179	1,629	55,0	41,700	-0,968	0,970				
	TB 17	1,948	2,222	1,675	54,7	BM BPN	0,933	1,076	0,790	28,6	41,650						
	BM BPN	0,979	1,122	0,838	28,4	TB 17	1,903	2,178	1,629	54,9	41,650	-0,970	0,971				
	TB 17	1,949	2,222	1,675	54,7	BM BPN	0,932	1,077	0,790	28,7	41,700						
STA 18	TB 17	1,324	1,769	0,882	88,7	TB 18	1,307	1,761	0,849	91,2	89,950	-0,019	0,017	179,800	-0,0002527477	36,511	
	TB 18	1,343	1,799	0,887	91,2	TB 17	1,290	1,733	0,847	88,6	89,900						
	TB 17	1,325	1,769	0,881	88,8	TB 18	1,306	1,761	0,850	91,1	89,950	-0,019	0,017				
	TB 18	1,344	1,799	0,887	91,2	TB 17	1,289	1,732	0,847	88,5	89,850						
	TB 17	1,325	1,769	0,881	88,8	TB 18	1,306	1,761	0,849	91,2	90,000	-0,018	0,016				
	TB 18	1,343	1,799	0,887	91,2	TB 17	1,290	1,733	0,848	88,5	89,850						
STA 19	TB 18	1,380	1,720	1,040	68,0	TB 19	1,923	2,348	1,500	84,8	76,400	-0,573	0,574	152,800	-0,0002147934	35,938	
	TB 19	1,953	2,379	1,529	85,0	TB 18	1,349	1,688	1,010	67,8	76,400						

	TB 18	1,380	1,719	1,040	67,9	TB 19	1,924	2,348	1,500	84,8	76,350	-0,573	0,575				
	TB 19	1,953	2,379	1,530	84,9	TB 18	1,349	1,688	1,009	67,9	76,400						
	TB 18	1,381	1,720	1,040	68,0	TB 19	1,923	2,348	1,500	84,8	76,400	-0,573	0,574				
	TB 19	1,954	2,379	1,529	85,0	TB 18	1,349	1,688	1,009	67,9	76,450						
STA 20	TB 19	1,429	1,790	1,068	72,2	TB 20	1,520	1,909	1,131	77,8	75,000	-0,136	0,134	150,050	-0,0002109277	35,803	
	TB 20	1,565	1,951	1,178	77,3	TB 19	1,386	1,749	1,024	72,5	74,900						
	TB 19	1,430	1,790	1,069	72,1	TB 20	1,520	1,910	1,130	78,0	75,050	-0,134	0,134				
	TB 20	1,564	1,951	1,176	77,5	TB 19	1,386	1,749	1,025	72,4	74,950						
	TB 19	1,429	1,790	1,069	72,1	TB 20	1,521	1,910	1,130	78,0	75,050	-0,135	0,134				
	TB 20	1,564	1,951	1,176	77,5	TB 19	1,387	1,749	1,024	72,5	75,000						
STA 21	TB 20	1,430	1,812	1,048	76,4	TB 21	1,198	1,609	0,785	82,4	79,400	0,191	-0,190	159,000	-0,0002235088	35,993	
	TB 21	1,239	1,650	0,825	82,5	TB 20	1,388	1,770	1,003	76,7	79,600						
	TB 20	1,430	1,812	1,048	76,4	TB 21	1,199	1,610	0,784	82,6	79,500	0,192	-0,190				
	TB 21	1,238	1,650	0,825	82,5	TB 20	1,389	1,771	1,003	76,8	79,650						
	TB 20	1,429	1,812	1,047	76,5	TB 21	1,199	1,610	0,785	82,5	79,500	0,190	-0,189				
	TB 21	1,239	1,650	0,826	82,4	TB 20	1,388	1,771	1,004	76,7	79,550						
STA 22	TB 21	1,161	1,489	0,830	65,9	TB 22	1,206	1,608	0,802	80,6	73,250	-0,064	0,065	146,350	-0,0002057265	35,929	
	TB 22	1,225	1,628	0,822	80,6	TB 21	1,141	1,468	0,812	65,6	73,100						
	TB 21	1,160	1,488	0,830	65,8	TB 22	1,205	1,608	0,801	80,7	73,250	-0,064	0,064				
	TB 22	1,224	1,628	0,821	80,7	TB 21	1,141	1,469	0,812	65,7	73,200						
	TB 21	1,161	1,488	0,830	65,8	TB 22	1,205	1,608	0,801	80,7	73,250	-0,063	0,064				
	TB 22	1,224	1,628	0,823	80,5	TB 21	1,141	1,469	0,812	65,7	73,100						
STA 23	TB 22	3,781	4,102	3,460	64,2	TB 23	0,255	0,428	0,083	34,5	49,350	3,494	-3,493	98,600	-0,0001386036	39,423	
	TB 23	0,287	0,458	0,114	34,4	TB 22	3,748	4,069	3,428	64,1	49,250						
	TB 22	3,782	4,103	3,460	64,3	TB 23	0,255	0,428	0,083	34,5	49,400	3,495	-3,493				
	TB 23	0,287	0,459	0,114	34,5	TB 22	3,748	4,069	3,427	64,2	49,350						
	TB 22	3,782	4,103	3,460	64,3	TB 23	0,254	0,428	0,083	34,5	49,400	3,495	-3,494				
	TB 23	0,287	0,459	0,114	34,5	TB 22	3,748	4,069	3,427	64,2	49,350						
STA 24	TB 23	2,075	2,513	1,637	87,6	TB 24	2,339	2,708	1,970	73,8	80,700	-0,279	0,278	161,450	-0,0002269528	39,142	TB 24 = BM 1305

	TB 24	2,354	2,722	1,986	73,6	TB 23	2,061	2,498	1,622	87,6	80,600							
	TB 23	2,074	2,513	1,636	87,7	TB 24	2,342	2,711	1,972	73,9	80,800							
	TB 24	2,355	2,724	1,986	73,8	TB 23	2,061	2,499	1,622	87,7	80,750	-0,281	0,281					
	TB 23	2,074	2,513	1,637	87,6	TB 24	2,342	2,710	1,973	73,7	80,650	-0,281	0,280					
	TB 24	2,355	2,724	1,986	73,8	TB 23	2,062	2,500	1,623	87,7	80,750							
STA 25	TB 24	1,736	1,868	1,604	26,4	TB 25	2,786	2,890	2,683	20,7	23,550	-1,088	1,086	47,100	-0,0000662092	38,053		
	TB 25	2,824	2,929	2,721	20,8	TB 24	1,700	1,831	1,569	26,2	23,500							
	TB 24	1,736	1,868	1,604	26,4	TB 25	2,787	2,890	2,683	20,7	23,550	-1,088	1,087					
	TB 25	2,824	2,928	2,720	20,8	TB 24	1,700	1,831	1,568	26,3	23,550	-1,087	1,085					
	TB 24	1,736	1,868	1,604	26,4	TB 25	2,786	2,889	2,683	20,6	23,500							
	TB 25	2,823	2,928	2,720	20,8	TB 24	1,701	1,831	1,568	26,3	23,550							
STA 26	TB 25	0,189	0,339	0,041	29,8	TB 26	3,362	3,599	3,125	47,4	38,600			-3,198	3,202	77,200		-0,0001085213
	TB 26	3,387	3,623	3,150	47,3	TB 25	0,160	0,309	0,010	29,9	38,600							
	TB 25	0,188	0,339	0,041	29,8	TB 26	3,361	3,599	3,125	47,4	38,600	-3,200	3,202					
	TB 26	3,388	3,623	3,150	47,3	TB 25	0,159	0,309	0,010	29,9	38,600	-3,197	3,202					
	TB 25	0,190	0,339	0,041	29,8	TB 26	3,361	3,599	3,125	47,4	38,600							
	TB 26	3,387	3,622	3,150	47,2	TB 25	0,159	0,309	0,009	30,0	38,600							
STA 27	TB 26	1,009	1,390	0,628	76,2	TB 27	1,381	1,704	1,054	65,0	70,600	-0,414	0,413	141,150	-0,0001984168	34,440		
	TB 27	1,423	1,748	1,099	64,9	TB 26	0,968	1,349	0,587	76,2	70,550							
	TB 26	1,010	1,391	0,629	76,2	TB 27	1,381	1,704	1,055	64,9	70,550	-0,412	0,413					
	TB 27	1,422	1,748	1,098	65,0	TB 26	0,968	1,349	0,588	76,1	70,550	-0,413	0,411					
	TB 26	1,010	1,390	0,628	76,2	TB 27	1,380	1,705	1,055	65,0	70,600							
	TB 27	1,423	1,748	1,099	64,9	TB 26	0,969	1,349	0,587	76,2	70,550							
STA 28	TB 27	1,484	1,835	1,135	70,0	TB 28	1,559	1,926	1,190	73,6	71,800	-0,119	0,119	143,400	-0,0002015797	34,321		
	TB 28	1,603	1,970	1,239	73,1	TB 27	1,440	1,790	1,089	70,1	71,600							
	TB 27	1,486	1,837	1,135	70,2	TB 28	1,560	1,927	1,190	73,7	71,950	-0,117	0,120					
	TB 28	1,603	1,970	1,237	73,3	TB 27	1,440	1,789	1,089	70,0	71,650							
	TB 27	1,485	1,835	1,135	70,0	TB 28	1,560	1,927	1,190	73,7	71,850	-0,118	0,120					
	TB 28	1,603	1,971	1,237	73,4	TB 27	1,440	1,789	1,088	70,1	71,750							

STA 29	TB 28	1,601	1,971	1,228	74,3	TB 29	1,612	2,011	1,214	79,7	77,000	-0,044	0,044	154,150	-0,0002166911	34,275	
	TB 29	1,645	2,043	1,246	79,7	TB 28	1,568	1,941	1,198	74,3	77,000						
	TB 28	1,601	1,971	1,229	74,2	TB 29	1,614	2,012	1,214	79,8	77,000	-0,045	0,046				
	TB 29	1,646	2,047	1,247	80,0	TB 28	1,568	1,939	1,197	74,2	77,100						
	TB 28	1,600	1,971	1,228	74,3	TB 29	1,615	2,013	1,214	79,9	77,100	-0,046	0,046				
	TB 29	1,646	2,045	1,246	79,9	TB 28	1,569	1,939	1,197	74,2	77,050						
STA 30	TB 29	1,152	1,512	0,795	71,7	TB 30	1,549	1,920	1,176	74,4	73,050	-0,423	0,421	146,150	-0,0002054454	33,852	
	TB 30	1,575	1,945	1,202	74,3	TB 29	1,128	1,487	0,768	71,9	73,100						
	TB 29	1,153	1,512	0,795	71,7	TB 30	1,549	1,921	1,178	74,3	73,000	-0,423	0,421				
	TB 30	1,576	1,947	1,202	74,5	TB 29	1,128	1,486	0,768	71,8	73,150						
	TB 29	1,153	1,514	0,795	71,9	TB 30	1,549	1,921	1,178	74,3	73,100	-0,423	0,422				
	TB 30	1,576	1,947	1,203	74,4	TB 29	1,127	1,487	0,768	71,9	73,150						
STA 31	TB 30	1,394	1,784	1,004	78,0	TB 31	1,311	1,765	0,858	90,7	84,350	0,044	-0,044	168,500	-0,0002368631	33,896	
	TB 31	1,350	1,801	0,898	90,3	TB 30	1,355	1,745	0,964	78,1	84,200						
	TB 30	1,395	1,786	1,003	78,3	TB 31	1,310	1,764	0,859	90,5	84,400	0,045	-0,045				
	TB 31	1,350	1,802	0,899	90,3	TB 30	1,355	1,747	0,966	78,1	84,200						
	TB 30	1,392	1,782	1,003	77,9	TB 31	1,310	1,764	0,858	90,6	84,250	0,041	-0,046				
	TB 31	1,351	1,802	0,898	90,4	TB 30	1,356	1,747	0,966	78,1	84,250						
STA 32	TB 31	1,831	2,145	1,519	62,6	TB 32	1,529	1,924	1,135	78,9	70,750	0,262	-0,263	141,650	-0,0001991197	34,159	
	TB 32	1,569	1,964	1,171	79,3	TB 31	1,792	2,106	1,480	62,6	70,950						
	TB 31	1,831	2,146	1,519	62,7	TB 32	1,529	1,924	1,137	78,7	70,700	0,263	-0,263				
	TB 32	1,568	1,963	1,172	79,1	TB 31	1,792	2,107	1,480	62,7	70,900						
	TB 31	1,830	2,145	1,519	62,6	TB 32	1,530	1,923	1,136	78,7	70,650	0,261	-0,262				
	TB 32	1,569	1,962	1,173	78,9	TB 31	1,792	2,107	1,480	62,7	70,800						
STA 33	TB 32	1,405	1,759	1,050	70,9	TB 33	1,421	1,867	0,971	89,6	80,250	-0,046	0,046	160,200	-0,0002251957	34,113	
	TB 33	1,451	1,898	1,007	89,1	TB 32	1,375	1,729	1,021	70,8	79,950						
	TB 32	1,404	1,760	1,050	71,0	TB 33	1,421	1,867	0,973	89,4	80,200	-0,046	0,046				
	TB 33	1,450	1,898	1,006	89,2	TB 32	1,375	1,729	1,021	70,8	80,000						
	TB 32	1,404	1,760	1,050	71,0	TB 33	1,420	1,867	0,974	89,3	80,150	-0,045	0,044				

	TB 33	1,449	1,899	1,002	89,7	TB 32	1,376	1,729	1,021	70,8	80,250						
STA 34	TB 33	1,373	1,799	0,949	85,0	TB 34	1,500	1,910	1,088	82,2	83,600	-0,187	0,189	167,150	-0,0002349654	33,926	
	TB 34	1,560	1,970	1,148	82,2	TB 33	1,311	1,739	0,888	85,1	83,650						
	TB 33	1,375	1,799	0,949	85,0	TB 34	1,500	1,910	1,089	82,1	83,550	-0,186	0,188				
	TB 34	1,561	1,970	1,149	82,1	TB 33	1,312	1,739	0,889	85,0	83,550						
	TB 33	1,374	1,799	0,949	85,0	TB 34	1,500	1,910	1,089	82,1	83,550	-0,186	0,187				
	TB 34	1,560	1,970	1,149	82,1	TB 33	1,313	1,739	0,888	85,1	83,600						
STA 35	TB 34	1,269	1,593	0,948	64,5	TB 35	1,463	1,800	1,125	67,5	66,000	-0,241	0,240	132,150	-0,0001857654	33,684	
	TB 35	1,510	1,848	1,173	67,5	TB 34	1,223	1,548	0,900	64,8	66,150						
	TB 34	1,270	1,592	0,949	64,3	TB 35	1,464	1,800	1,127	67,3	65,800	-0,239	0,241				
	TB 35	1,509	1,848	1,171	67,7	TB 34	1,223	1,548	0,900	64,8	66,250						
	TB 34	1,269	1,593	0,948	64,5	TB 35	1,464	1,800	1,127	67,3	65,900	-0,241	0,240				
	TB 35	1,510	1,848	1,172	67,6	TB 34	1,224	1,548	0,900	64,8	66,200						
STA 36	TB 35	1,532	1,884	1,180	70,4	TB 36	1,901	2,220	1,583	63,7	67,050	-0,411	0,410	134,150	-0,0001885768	33,273	
	TB 36	1,943	2,261	1,624	63,7	TB 35	1,491	1,845	1,140	70,5	67,100						
	TB 35	1,531	1,884	1,180	70,4	TB 36	1,902	2,221	1,583	63,8	67,100	-0,411	0,412				
	TB 36	1,942	2,261	1,623	63,8	TB 35	1,490	1,844	1,139	70,5	67,150						
	TB 35	1,530	1,883	1,180	70,3	TB 36	1,902	2,221	1,583	63,8	67,050	-0,413	0,412				
	TB 36	1,943	2,261	1,624	63,7	TB 35	1,490	1,844	1,139	70,5	67,100						
STA 37	TB 36	0,907	1,378	0,439	93,9	TB 37	1,416	1,827	1,001	82,6	88,250	-0,556	0,555	176,900	-0,0002486712	32,718	
	TB 37	1,463	1,875	1,049	82,6	TB 36	0,861	1,330	0,389	94,1	88,350						
	TB 36	0,907	1,380	0,437	94,3	TB 37	1,414	1,828	1,002	82,6	88,450	-0,555	0,554				
	TB 37	1,462	1,876	1,049	82,7	TB 36	0,860	1,331	0,389	94,2	88,450						
	TB 36	0,906	1,378	0,437	94,1	TB 37	1,413	1,827	1,001	82,6	88,350	-0,556	0,552				
	TB 37	1,462	1,874	1,048	82,6	TB 36	0,861	1,330	0,390	94,0	88,300						
STA 38	TB 37	1,363	1,742	0,982	76,0	TB 38	1,313	1,700	0,929	77,1	76,550	0,001	-0,002	153,050	-0,0002151448	32,717	
	TB 38	1,362	1,748	0,980	76,8	TB 37	1,315	1,694	0,932	76,2	76,500						
	TB 37	1,361	1,742	0,981	76,1	TB 38	1,312	1,699	0,929	77,0	76,550	-0,001	-0,001				
	TB 38	1,362	1,746	0,980	76,6	TB 37	1,313	1,693	0,931	76,2	76,400						

	TB 37	1,361	1,741	0,981	76,0	TB 38	1,313	1,698	0,929	76,9	76,450	0,000	-0,001				
	TB 38	1,361	1,747	0,978	76,9	TB 37	1,314	1,694	0,931	76,3	76,600						
STA 39	TB 38	1,206	1,550	0,861	68,9	TB 39	1,625	1,929	1,320	60,9	64,900	-0,462	0,462	129,600	-0,0001821808	32,255	TB 39 = BM BPN Siring
	TB 39	1,668	1,970	1,364	60,6	TB 38	1,163	1,507	0,819	68,8	64,700						
	TB 38	1,205	1,550	0,861	68,9	TB 39	1,624	1,929	1,320	60,9	64,900	-0,463	0,462				
	TB 39	1,668	1,970	1,363	60,7	TB 38	1,162	1,507	0,819	68,8	64,750						
	TB 38	1,206	1,550	0,861	68,9	TB 39	1,625	1,929	1,320	60,9	64,900	-0,462	0,463				
	TB 39	1,668	1,970	1,364	60,6	TB 38	1,162	1,508	0,819	68,9	64,750						
STA 40	TB 39	1,175	1,426	0,925	50,1	TB 40	1,487	1,753	1,219	53,4	51,750	-0,367	0,368	103,400	-0,0001453510	31,888	
	TB 40	1,542	1,810	1,275	53,5	TB 39	1,119	1,369	0,869	50,0	51,750						
	TB 39	1,176	1,425	0,926	49,9	TB 40	1,486	1,754	1,219	53,5	51,700	-0,366	0,366				
	TB 40	1,542	1,810	1,275	53,5	TB 39	1,120	1,369	0,869	50,0	51,750						
	TB 39	1,175	1,425	0,926	49,9	TB 40	1,486	1,754	1,219	53,5	51,700	-0,366	0,367				
	TB 40	1,541	1,810	1,274	53,6	TB 39	1,119	1,369	0,868	50,1	51,850						
STA 41	TB 40	1,247	1,560	0,931	62,9	TB 41	1,481	1,846	1,119	72,7	67,800	-0,275	0,274	135,300	-0,0001901934	31,615	
	TB 41	1,522	1,885	1,160	72,5	TB 40	1,207	1,519	0,892	62,7	67,600						
	TB 40	1,248	1,561	0,932	62,9	TB 41	1,481	1,845	1,119	72,6	67,750	-0,273	0,273				
	TB 41	1,521	1,884	1,159	72,5	TB 40	1,208	1,520	0,892	62,8	67,650						
	TB 40	1,248	1,561	0,933	62,8	TB 41	1,481	1,845	1,119	72,6	67,700	-0,273	0,273				
	TB 41	1,521	1,884	1,159	72,5	TB 40	1,208	1,519	0,892	62,7	67,600						
STA 42	TB 41	1,408	1,721	1,091	63,0	TB 42	1,130	1,419	0,843	57,6	60,300	0,247	-0,246	120,500	-0,0001693888	31,861	
	TB 42	1,161	1,449	0,874	57,5	TB 41	1,376	1,690	1,061	62,9	60,200						
	TB 41	1,407	1,721	1,090	63,1	TB 42	1,131	1,419	0,842	57,7	60,400	0,246	-0,244				
	TB 42	1,161	1,448	0,873	57,5	TB 41	1,375	1,690	1,061	62,9	60,200						
	TB 41	1,408	1,721	1,092	62,9	TB 42	1,131	1,419	0,843	57,6	60,250	0,248	-0,245				
	TB 42	1,160	1,449	0,873	57,6	TB 41	1,376	1,690	1,061	62,9	60,250						
STA 43	TB 42	0,971	1,279	0,666	61,3	TB 43	1,383	1,707	1,060	64,7	63,000	-0,454	0,455	126,100	-0,0001772608	31,407	
	TB 43	1,425	1,749	1,102	64,7	TB 42	0,928	1,236	0,621	61,5	63,100						
	TB 42	0,971	1,279	0,666	61,3	TB 43	1,383	1,708	1,060	64,8	63,050	-0,454	0,454				



	TB 43	1,425	1,749	1,102	64,7	TB 42	0,929	1,235	0,621	61,4	63,050						
	TB 42	0,970	1,280	0,666	61,4	TB 43	1,382	1,706	1,060	64,6	63,000	-0,456	0,454				
	TB 43	1,426	1,749	1,103	64,6	TB 42	0,928	1,235	0,621	61,4	63,000						
STA 44	TB 43	1,439	1,709	1,167	54,2	TB 44	1,414	1,682	1,148	53,4	53,800	-0,006	0,005	107,500	-0,0001511145	31,401	TB 44 = BM PLNG
	TB 44	1,445	1,711	1,178	53,3	TB 43	1,409	1,680	1,139	54,1	53,700						
	TB 43	1,439	1,709	1,166	54,3	TB 44	1,414	1,681	1,148	53,3	53,800	-0,006	0,005				
	TB 44	1,445	1,712	1,178	53,4	TB 43	1,409	1,681	1,138	54,3	53,850						
	TB 43	1,439	1,710	1,167	54,3	TB 44	1,415	1,682	1,148	53,4	53,850	-0,007	0,006				
	TB 44	1,446	1,712	1,179	53,3	TB 43	1,409	1,681	1,138	54,3	53,800						
ΣΔh :												-11,890	11,882	5691,050	-0,0080000000		
												-0,008					

## DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, H.Z., Jones, A., Kahar, J. 2002. *Survey Dengan GPS*. Pradnya Paramita. Jakarta
- Abidin dkk. 2008. *subsidence and uplift of Sidoarjo (East Java) due to the eruption of the Lusi mud volcano (2006-present)*.
- Anjasmara, Ira Mutiara. 2005. *Sistem Tinggi*. Pendidikan dan Pelatihan ( DIKLAT ) Teknis Pengukuran dan Pemetaan Kota. Surabaya.
- Badan Penanggulangan Lumpur Sidoarjo. 2014. <URL:www.bpls.go.id/>. Dikunjungi pada tanggal 27 Februari 2014 jam 13.26 WIB.
- Basuki, Slamet. 2006. *Ilmu Ukur Tanah*. Yogyakarta : Gajah Mada University Press.
- Bimantara, Ardito Yoga. 2012. Tugas Akhir: *Pemetaan Dampak Akibat Penurunan Muka Tanah Di Wilayah Jakarta*. Bandung : Program Studi Teknik Geodesi dan Geomatika, Institut Teknologi Bandung.
- Brinker, Russell C dkk. 1986. *Dasar – Dasar Pengukuran Tanah (Surveying) Edisi Ketujuh Jilid I*. Jakarta: Erlangga.

- Bukhori, Imam. 2012. Tugas Akhir: *Model Estimasi Uplift Dan Subsidence Dari Hasil Ukuran GPS Menggunakan Metode Polinomial Di Area Lumpur Sidoarjo*. Surabaya : Jurusan Teknik Geomatika, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- Grant, D.B., dan Blick, G.H. 2004. *A National Vertical Datum Independent A Local Mean Sea Level ?*. Wellington. New Zaeland.
- Featherstone. W.E., dan Khun. M. 2006. *Height Systems And Vertical Datums : A Review In The Australian Context*.
- Kahar, Joenil,. Purworahardjo, Umaryono. 2008. *Geodesi*. Bandung : Institut Teknologi Bandung.
- Kuswondo. 2013. Tugas Akhir: *Analisis Tinggi Vertikal Sebagai Dasar Pengembangan Fasilitas Vital dan Penanggulangan Banjir (Studi Kasus : Beda Tinggi Pelabuhan Perak dan Kampus ITS)*. Surabaya : Jurusan Teknik Geomatika, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- Mongabay, Maret 2014. Indonesia Harus Identifikasi Daerah Patahan Rawan Bencana. Batamtoday.com. 5 Maret 2014. <URL:<http://m.batamtoday.com/berita39931-Indonesia-Harus-Identifikasi-Daerah-Patahan-Rawan-Bencana.html>>. Dikunjungi pada tanggal 17 Maret 2014jam 20.12 WIB.
- Noor, Djauhari. 2009. *Pengantar Geologi*. Bogor : Pakuan University Press.

Nurjati, Chatarina. na. *Modul Ajar Ilmu Ukur Tanah I*.

Prasetyo, Hardi. 2008. *Misteri Patahan Watukosek dan Debat Lupsi di Afrika Selatan*. Diskusi Ilmiah di Forum Cybernet, Wordpress.com. <URL:<http://hotmudflow.wordpress.com/2008/08/14/posisi-kontroversi-patahan-watukosek/>>. Dikunjungi pada tanggal 27 Februari 2014 jam 22.34 WIB.

Pribadi, Wisnu. 2014. Tesis: *Analisa Penurunan Tanah (Landsubsidence) Pada Daerah Semburan Lumpur Sidoarjo Dengan Data Satelit Global Positioning System (Gps)*. Surabaya : Jurusan Teknik Geomatika, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Purworahardjo, Umaryono. 1986. *Ilmu Ukur Tanah Seri B (Pengukuran Tinggi)*. Bandung : ITB.

Putrohari, Rovicky Dwi. 2008. *Dongeng Geologi*. <URL:<http://rovicky.wordpress.com/2008/08/14/posisi-kontroversi-patahan-watukosek/>>. Dikunjungi pada tanggal 27 Februari 2014 jam 22.17 WIB.

Rochman, Juan Pandu G. N. 2014. Tesis: *Studi Penurunan Tanah (Land Subsidence) Dengan Pengukuran Global Position System (Gps) dan VLF-EM Di Daerah Lumpur Sidoarjo*. Surabaya : Jurusan Teknik Geomatika, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Sidoarjokab. 2014. *Letak Geografis Kabupaten Sidoarjo*. <URL:<http://sidoarjokab.go.id/article/geografis>>. Dikunjungi pada tanggal 26 Februari 2014 jam 20.14 WIB.

Soepriatno., Rouf, Abdul. 2014. *Patahan Watukosek Ancam Ribuan Warga*. Koran Sindo. 26 Februari 2014. <URL:<http://www.koran-sindo.com/node/370630>>. Dikunjungi pada tanggal 18 Maret 2014 jam 20.18 WIB.

Syafri, Irawan., dan Wuriyati, A. 1990. Kondisi Datum Ketinggian Wilayah Sungai Di Pulau Jawa. Bul. Pusair.

## BIOGRAFI PENULIS



**Masrul**, dilahirkan di Sigli, 17 Nopember 1991. Menempuh pendidikan dasar di SD Negeri 5 Tanah Luas, Aceh Utara dan lulus pada tahun 2004, pendidikan menengah pertama di SMP Negeri 1 Tanah Luas, Aceh Utara dan lulus pada tahun 2007. Melanjutkan pendidikan menengah atas di SMA Negeri 1 Tanah Luas, Aceh Utara dan lulus pada tahun 2010. Penulis kemudian melanjutkan pendidikan untuk perguruan tinggi di Institut Teknologi Sepuluh Nopember dan mengambil Jurusan Teknik Geomatika melalui jalur Kerjasama Pemerintah Aceh. Selama menjadi mahasiswa S1, penulis aktif dalam kegiatan Seminar yang diselenggarakan oleh Jurusan Teknik Geomatika ITS. Penulis juga aktif di organisasi intra dan ekstra kampus yaitu Himpunan Mahasiswa Teknik Geomatika (HIMAGE ITS) dan Pelajar Mahasiswa Kekeluargaan Tanah Rencong (PMKTR) Surabaya. Dalam penyelesaian syarat Tugas Akhir, penulis memilih bidang keahlian *Geodesy Surveying*, dengan judul tugas akhir *“Analisis Pergerakan Tinggi Muka Tanah Pada Kawasan Patahan Watukosek Menggunakan Metode Pengukuran Sipat Datar”*.

***"Halaman ini sengaja dikosongkan"***